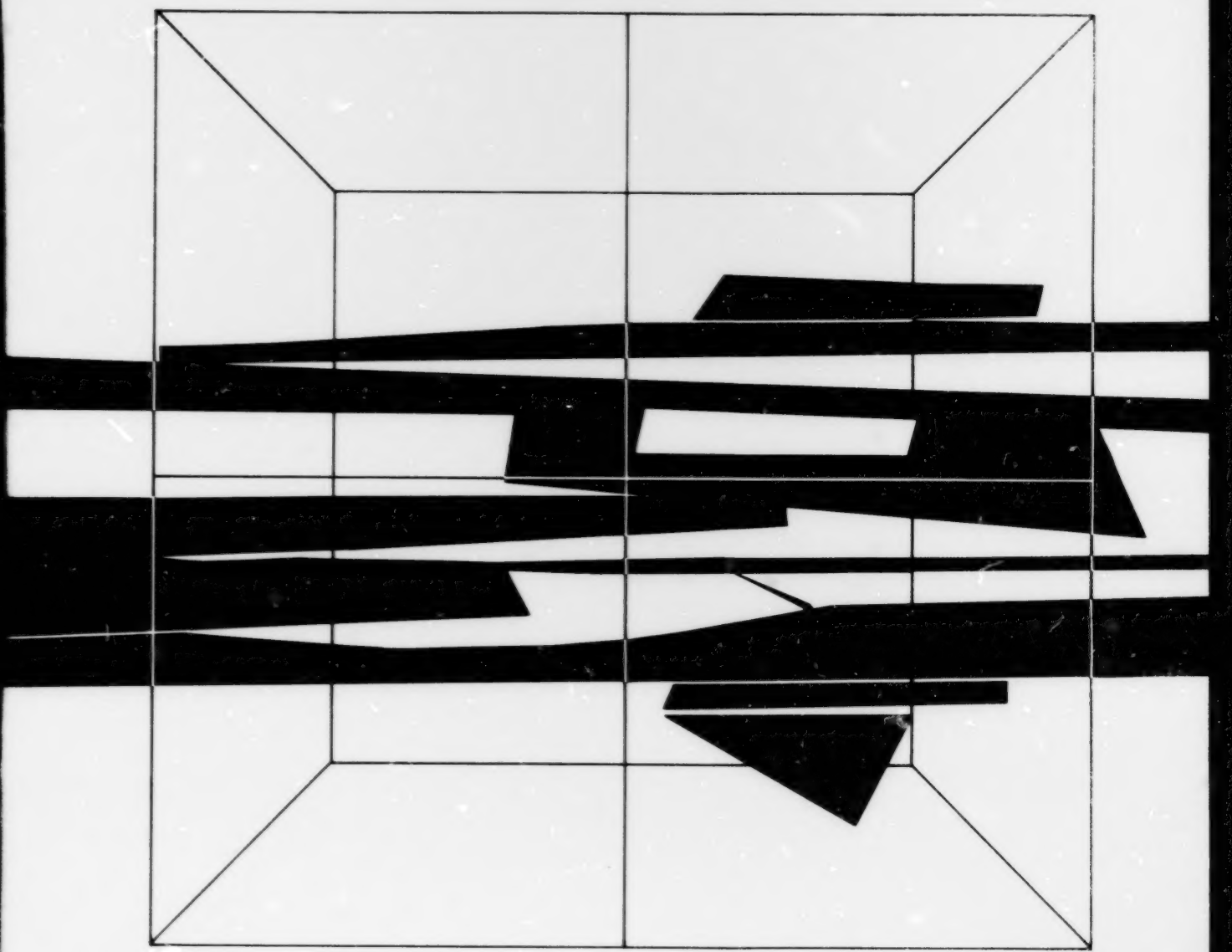
Operation and Maintenance Costs for Municipal Wastewater Treatment Facilities in Canada - 1980

1885
1985

Report EPS 5 UP 1
December 1984



Environment Canada
Environmental Protection Service

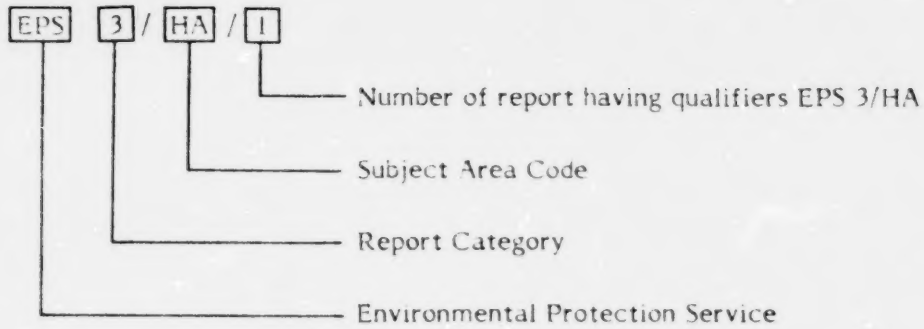
Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Canada

85-1924/

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERVICE REPORT SERIES

Sample Number:



Categories

1	Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2	Public Consultation: Problem Assessment, Control Options
3	Research and Technology Development
4	Literature Reviews
5	Surveys
6	Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7	Surveillance
8	Policy Proposals & Statements
9	Manuals

Subject Areas

AG	Agriculture
AP	Airborne Pollutants
CC	Commercial Chemicals
CP	Consumer Pollution
FP	Food Processing
HA	Hazardous Wastes
IC	Inorganic Chemicals
MA	Marine Pollution
MM	Mining & Mineral Processing
NR	Northern Regions
PF	Paper and Fibres
PG	Power Generation
PN	Petroleum and Natural Gas
SP	Oil & Chemical Spills
SRM	Standard Reference Methods
TS	Transportation Systems
UP	Urban Pollution

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from the Publications Section, Environmental Protection Service, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 1C8.

National Parks Centennial
1885
1985
Centenaire des parcs nationaux

1885 – 1985
100 years of Heritage Conservation
Canada's first national park was established in 1885 at Banff, Alberta. Today there are national parks and national historic parks in every province and territory. The National Parks Centennial is an occasion to renew our commitment to preserve examples of our heritage unimpaired for the benefit of all Canadians.

OPERATION AND MAINTENANCE COSTS FOR MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT FACILITIES IN CANADA - 1980

by

S.A. Ross, M.G. Boivin and D.L. Caverson
Industrial Programs Branch
Environmental Protection Service
Environment Canada

Report EPS 5/UP/1
December 1984

COMMENTS

Any comments concerning the content of this report should be directed to:

M.G. Boivin
Urban Activities Division
Industrial Programs Branch
Environmental Protection Service
Environment Canada
Hull, Québec
K1A 1C8

© Minister of Supply and Services Canada 1984
Cat. No. En 49-8 5-1
ISBN 0-662-53426-3
BEAUREGARD PRESS LIMITED

ABSTRACT

Operating and maintenance cost data were collected at 52 municipal wastewater treatment facilities in Canada in 1981. Facilities surveyed included primary treatment plants, secondary treatment plants and aerated and facultative lagoon systems. Cost data presented in this report are in 1980 dollars.

TABLE OF CONTENTS

		Page
ABSTRACT		iii
1	INTRODUCTION	1
1.1	Background	1
1.2	Objectives	2
2	METHODOLOGY	3
2.1	Survey	3
2.2	Data Analysis	4
2.2.1	Level of Treatment	4
2.2.2	Operational Capacity	4
2.2.3	Component Costs	4
2.2.4	Pollutant Removal Efficiency	5
2.2.5	Cost Updating Procedures	5
3	SURVEY RESULTS AND FINDINGS	9
3.1	Regional Breakdown of Plants Surveyed	9
3.2	Operational Capacity	9
3.2.1	Annual Hydraulic Loading	9
3.2.2	Average Daily Flow versus Design Daily Flow	11
3.3	Component Costs	15
3.4	Pollutant Removal Costs	18
3.5	Per Capita Operating Costs	18
BIBLIOGRAPHY		21
APPENDIX	RAW DATA ON WASTEWATER TREATMENT PLANTS	23

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	O & M COSTS VERSUS FLOW RATE FOR PRIMARY SEWAGE TREATMENT PLANTS	12
2	O & M COSTS VERSUS FLOW RATE FOR SECONDARY SEWAGE TREATMENT PLANTS	12
3	O & M COSTS VERSUS FLOW RATE FOR AERATED LAGOONS	13
4	O & M COSTS VERSUS FLOW RATE FOR FACULTATIVE LAGOONS	13

LIST OF TABLES

Table		Page
1	UPDATING OF COST DATA FOR PLANT NO. 26	7
2	NUMBER OF PLANTS SURVEYED BY REGION AND SIZE GROUPS	9
3	NUMBER OF PLANTS SURVEYED BY REGION AND LEVEL OF TREATMENT	10
4	AVERAGE O & M COST PER 1000 m^3 TREATED ($/1000 m^3)	10
5	HYDRAULIC LOADING CONDITIONS AT SURVEYED FACILITIES	14
6	AVERAGE COST PER 1000 m^3 TREATED ($/1000 m^3) BY OPERATIONAL CAPACITY	15
7	COMPONENT O & M COSTS FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS LESS THAN 1000 m^3/d	16
8	COMPONENT O & M COSTS FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS 1000 to 5000 m^3/d	16
9	COMPONENT O & M COSTS FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS 5000 to 50 000 m^3/d	17
10	COMPONENT O & M COSTS FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS GREATER THAN 50 000 m^3/d	17
11	AVERAGE COST PER kg BOD REMOVED	19
12	AVERAGE COST PER kg SS REMOVED	19
13	AVERAGE COST PER kg P REMOVED	19
14	AVERAGE COST PER CAPITA	20
APPENDIX		
A-1	TREATMENT PLANTS LISTED BY LEVEL OF TREATMENT	25
A-2	TREATMENT PLANTS AND THEIR COMPONENT COSTS	26

1 INTRODUCTION

The success or failure of the performance of a municipal wastewater treatment plant depends upon three important factors:

1) planning and design;
2) construction; and
3) operation and maintenance.

If any one of these factors is inadequately or improperly done, it is unlikely that the facility will provide satisfactory results. While a significant effort is made during the planning, designing and construction stage of a project to meet budget estimates on capital items and provide a useful end product, the same is not always true for operation and maintenance (O & M) of the facility. Rough estimates of personnel and budget needs are made during project planning, but the O & M funding commitment to sewage treatment often is not fully appreciated until a facility has been operating for some time.

A national data base of O & M costs would assist the prediction of budget requirements for municipal wastewater treatment facilities. To initiate the development of such a data base, a national survey was conducted in 1981. Data were collected from 52 municipal wastewater treatment facilities in various regions of Canada on the basis of 1980 O & M records and dollar values. This report summarizes information collected during the survey. To improve upon the accuracy or to update these data, more intensive review of facilities of a specific process-type or size group will be required. Comprehensive coverage of this nature should occur as needs are identified.

1.1 Background

In Canada, municipal sewage is discharged to sanitary collectors at a rate of approximately 11 x 10^6 m^3/d. About 55% (6 x 10^6 m^3/d) of this wastewater receives some form of treatment. The following processes are used for approximately 90-95% of the treated wastewater: 60% by activated sludge; 20% by primary treatment; 6% by aerated lagoons; and 5-10% by facultative lagoons.

There are approximately 450 activated sludge plants (or modified versions of activated sludge), 74 primary plants, and 746 aerated or facultative lagoons operating in Canada. The majority of the mechanical plants, i.e., activated sludge and primary plants, have capacities of 50 000 m^3/d or less. Between 85-90% of facultative and aerated lagoons have design capacities that are less than 10 000 m^3/d.

During the summer of 1981, the survey of 52 municipal wastewater treatment facilities was completed by an engineering consultant under contract to EPS (Environmental Protection Service). The survey included the examination of 1980 operational records at various facilities across the country including: 25 conventional activated sludge plants; 9 primary plants; 8 aerated lagoon systems; and 10 facultative lagoon systems. Seven activated sludge plants, 3 primary plants, 1 aerated lagoon and 2 facultative lagoons included in the survey used phosphorus removal processes.

1.2 Objectives

The specific objectives of the project included:

1) collection of O & M cost information at selected sewage treatment facilities;
2) development of an O & M cost information resource manual;
3) examination of the significant components of O & M costs at sewage treatment plants;
4) development of relationships between O & M costs and common sewage treatment parameters such as average daily flow and pollutant removal rates for various types of facilities.

2 METHODOLOGY

2.1 Survey

Data presented in this report were obtained during site visits to sewage treatment plants in various regions of Canada. For the purpose of this survey, regions were defined as follows:

Western: British Columbia, Alberta, Saskatchewan, Manitoba
Central: Ontario
Eastern: Quebec, New Brunswick, Nova Scotia, Prince Edward Island, Newfoundland.

Responsible individuals associated with the 52 plants surveyed were interviewed. Data on the facility and its operation and maintenance costs were obtained from 1980 records, whenever possible. In some situations it was necessary to use pre-1980 information and update to a common dollar value (1980 dollars) using cost indexes.

The plants in each region were selected on the basis of process type and size. The types of plants considered were categorized as:

Levels of Treatment	Process type
1) Primary Treatment	Primary clarification
2) Secondary Treatment	Conventional Activated Sludge
	Extended Aeration
	Contact Stabilization
	Step Aeration
3) Lagoons	Aerated
	Facultative

Primary treatment typically removes about 60% of the raw sewage suspended solids (SS) and about 35% of the biochemical oxygen demand (BOD). At the primary facilities surveyed SS removal efficiencies ranged from 55% to 89% (average 72%) and BOD removal efficiencies ranged from 35% to 70% (average 52%).

Secondary treatment processes are designed to remove 85% to 90% of the BOD and SS. For the 25 plants surveyed, BOD removals varied from 70% to 97% (87% average) and SS removal efficiencies ranged from 65% to 95% (88% average). Wide variations in removal efficiencies were experienced in the lagoon systems surveyed. BOD and SS removal rates varied from 66% to 97% and from 19% to 93%, respectively, for aerated lagoons, and from 41% to 98% and 22% to 95%, respectively, for facultative lagoons.

In addition to treatment levels, plants were selected and grouped according to size. Size categories included:

Small	< 1000 m^3/d and 1000-5000 m^3/d
Medium	5000-50 000 m^3/d
Large	> 50 000 m^3/d

Seven of the 52 plants surveyed were in the large category, i.e., 5 secondary and 2 primary systems. Twenty-one plants in the survey were small, i.e., 11 lagoons, 2 primary, and 8 secondary systems; while 5 primary , 12 secondary and 7 lagoon systems were in the 5000 to 50 000 m^3/d category.

General information on the surveyed plants is included in the Appendix.

2.2 Data Analysis

Data analysis was completed on the basis of four considerations:

- level of treatment
- operational capacity;
- component costs; and
- pollutant removal efficiency.

2.2.1 Level of Treatment. Data was initially collated on the basis of level of treatment, i.e., primary, secondary, and lagoons. For secondary systems, no distinction was made between the processes employed (i.e., conventional activated sludge or modified versions). Aerated and facultative lagoon data were considered in separate analyses.

2.2.2 Operational Capacity. Cost data on plant-types were categorized on the basis of plant size, as outlined previously, and then analyzed according to operational capacity. Operational capacity was assessed on the basis of average daily flow versus design daily flow. A facility was considered to be design loaded if average daily flows were in the range of 90% to 110% of design flow. Treatment facilities with actual daily flows greater than 110% of the design flow were defined as overloaded. Underloaded plants were defined as those plants with average daily loading of less than 90% of the design flow.

2.2.3 Component Costs. Component costs are general budgetary categories which collectively make up the total O & M costs of municipal wastewater treatment facilities. The major component costs assessed in this investigation were:

1) electrical - all expenditures for electrical power other than sewage pumping station requirements.

2) personnel - wages and fringe benefits for operating staff and supervisory personnel.

3) chemicals - costs for process chemicals including chlorine for disinfection and/or odour control, precipitant chemicals for phosphorus removal, and miscellaneous chemicals used around the plant, such as air sweeteners. Chemicals associated with sludge treatment are incorporated into sludge costs.

4) sludge - expenditures for digester heating, sludge dewatering chemicals, off-site haulage, contracts for disposal, and where applicable, incineration (fuel) costs.

5) administration and miscellaneous - administrative and support activities related to the daily operation and maintenance of a plant. Other miscellaneous costs included are vehicle maintenance, municipal taxes, insurance premiums, outside service costs for materials and labour, outside laboratory costs and heating (fuel) costs. These costs were often inconsistent from plant to plant.

2.2.4 Pollutant Removal Efficiency. Pollutant removal efficiencies were determined on the basis of annual average influent and effluent concentrations and average daily flows. Biochemical oxygen demand, suspended solids and phosphorus removals were calculated in kilograms removed per day. This information was then used to analyze operational costs for levels of treatment.

2.2.5 Cost Updating Procedures. Cost data in this report are presented in 1980 Canadian dollars. To convert these costs to the present, cost indexes must be used. A cost index is simply a ratio of cost at a given time relative to a specified base time. Because the cost was known for the time these data were collected, the index equivalent cost at the present time can be determined by using the following equation:

$$\text{PRESENT COST} = \text{ORIGINAL COST} \times \frac{\text{INDEX VALUE AT PRESENT TIME}}{\text{INDEX VALUE AT TIME ORIGINAL DATA WERE OBTAINED}}$$

$$\text{PRESENT COST} = \text{ORGINAL COST} \times \text{INDEX RATIO}$$

Several such cost indexes are published regularly. The U.S. Environmental Protection Agency (EPA) prepares a quarterly operation, maintenance and repair index for American wastewater treatment facilities.(1) It is a very complete cost index that includes labour, chemical, power, maintenance, administration and other cost indexes. However, it reflects U.S. price trends, and might not be completely satisfactory for updating Canadian cost data. Some Canadian cost indexes may be used for updating the O & M cost information. These include:

a) Electrical Costs. The Statistics Canada publication, Industry Price Indexes[2], presents a Non-Residential Electric Power Selling Price Index. This index is determined monthly for each province, and on a national basis, and for two different electric demand categories (> 5000 kW and < 5000 kW).

b) Labor Costs. The Statistics Canada monthly publication, Employment, Earnings and Hours[3, 4], presents the results of national wage surveys for several activity sectors. Activity sector no. 576 "Water Systems" appears to provide the best estimate of salaries paid at sewage treatment plants. Although these data are presented in the form of weekly salaries and not in a cost index form (dimensionless data with base year), current and historical data may be used to update wages and salaries in exactly the same manner as cost indexes.

c) Chemical Costs. Cost indexes for a few chemicals such as chlorine and sodium hydroxide are provided in the publication, Industry Price Indexes[2]. Another source of chemical cost data would be the Corpus Chemical Report[5], a weekly market letter on Canada's chemical process industries. It contains cost data on chlorine, aluminium sulphate, lime, methanol and other chemicals. Again, these are actual market prices, not cost indexes, but they may be used in the same manner as cost indexes in the updating equation.

d) Sludge Costs. The sludge costs reported in this document include the following:

- sludge dewatering chemical costs,
- digester heating costs,
- incineration (fuel) costs,
- sludge haulage costs.

It is difficult to determine an index that will appropriately describe the effect of inflation on all these costs. However, since all these costs (especially the last three) are affected by fuel costs, the fuel cost indexes in the Statistics Canada publication Industry Price Indexes[2] may be a good approximation.

e) Administrative and Miscellaneous Costs. This is the most diverse cost category, and the one for which appropriate cost index selection is most difficult. An average of the index ratios for the electrical, labour, chemical and sludge costs was considered a reasonable approximation for updating this cost group.

Table 1 presents the updating of the cost data for plant no. 26 from 1980 to 1983 (August). The equivalent total O & M cost for 1983 obtained is $53.50 per 1000 m^3 of actual flow, an increase of about 25%.

TABLE 1 UPDATING OF COST DATA FOR PLANT NO. 26 (Activated Sludge Plant/Central Region)

Component Cost	1980 Cost $/1000 m^3 Actual Flow	Index Used for Updating	Index Value Component			1983 Cost $/1000 m^3 Actual Flow
			1980 (Average) (1)	August 1983 (2)	Index Ratio (2)/(1)	
Electrical Costs	5.65	Stats. Canada Electric Power Selling Price Index • Prov: Ontario • Demand < 5000 kW	226.4	290.5	1.283	7.25
Personnel Costs	20.86	Stats. Canada Wage Survey • Activity Sector: Water Systems • Prov: Ontario • Data in $/week	464.3	482.6	1.039	21.67
Sludge Costs	7.25	Stats. Canada Fuel Cost Index	438.8	696.0	1.586	11.50
Chemical Costs	5.88	Stats. Canada Chlorine Cost Index	248.4	376.3	1.515	8.91
Additional Costs	3.10	Average Index Ratio	----	----	1.356	4.20
Total O & M Costs	42.75	----	----	----	----	53.53
Total O & M Costs	42.75	EPA - Operation Maintenance Repair Index for STP'S	2.94	3.61	1.228	52.50

If the U.S. EPA operation and maintenance index for wastewater treatment facilities were used instead, the equivalent calculated total O & M cost for 1983 would be $52.50 per 1000 m^3 of actual flow, an increase of 23%.

For the sewage treatment plants surveyed in this study, it was estimated that O & M costs for 1983 were an average of 26% higher than those for 1980.

3 SURVEY RESULTS AND FINDINGS

3.1 Regional Breakdown of Plants Surveyed

Table 2 illustrates the distribution of plants surveyed by region and according to plant size. The minimum number of plants surveyed in any one region was 14, in the eastern region. Plants in the 5000 m^3/d to 50 000 m^3/d size range were visited more than any other group; the least surveyed size group was the group in the greater than 50 000 m^3/d category with only seven plant visits. Seven of the plants surveyed in the eastern region did not have actual daily flow information available.

TABLE 2 NUMBER OF PLANTS SURVEYED BY REGION AND SIZE GROUPS

	Region			
Plant Size (m^3/d)	Eastern	Central	Western	Total
< 1000	-	4	1	5
1000 - 5000	1	6	4	11
5000 - 50 000	6	7	9	22
> 50 000	-	3	4	7
N/A*	7	-	-	7
Total	14	20	18	52

* No information available on average daily flow.

The distribution of wastewater treatment plants surveyed by level of treatment is shown in Table 3. Secondary plants were visited more often than other facilities, followed by lagoons and primary plants. Phosphorus removal processes were included at 13 of the plants surveyed, seven of which were secondary systems. Only one of the 13 surveyed plants providing phosphorus removal was located outside of the central region.

3.2 Operational Capacity

3.2.1 Annual Hydraulic Loading. Table 4 presents average O & M costs according to level of treatment and plant size. Costs (1980) are based on dollars per 1000 m^3 of wastewater treated. Table 4 shows that the cost of treating wastewater increases as the level of treatment increases. Excluding all systems treating less than 1000 m^3/d from consideration, facultative lagoons average \$3/1000 m^3, aerated lagoons \$30, primary

TABLE 3 NUMBER OF PLANTS SURVEYED BY REGION AND LEVEL OF TREATMENT

Level of treatment*	Region			
	Eastern	Central	Western	Total
Primary	2	4 (3)	3	9 (3)
Secondary	6	10 (6)	9 (1)	25 (7)
Aerated lagoons	3	3 (1)	3	9 (1)
Facultative lagoons	3	3 (2)	3	9 (2)
Total	14	20 (12)	18 (1)	52 (13)

* Numbers in brackets indicate plants with phosphorus removal.

TABLE 4 AVERAGE O & M COST PER 1000 m^3 TREATED ($/1000 m^3)*

Plant Size (m^3/d)	Level of Treatment			
	Primary	Secondary	Aerated Lagoons	Facultative Lagoons
< 1000	-	222 (n=2)	-	72 (n=3)
1000-5000	38 (n=2)	71 (n=4)	37 (n=3)	4 (n=1)
5000-50 000	49 (n=4)	58 (n=11)	26 (n=5)	2 (n=2)
> 50 000	41 (n=2)	27 (n=4)	-	-
All plants**	44 (n=8)	54 (n=19)	30 (n=8)	3 (n=3)

n = number of plants included in calculation of averages.

* Average Cost/1000 m^3 = $\frac{\text{Total Annual Operation and Maintenance Costs}}{\text{Actual Flow (1000 } m^3\text{/d) x 365}}$

** Plants < 1000 m^3/d excluded; costs in 1980 Canadian dollars.

plants $44, and secondary plants $54. If small systems are considered in the averaging, the cost of operating the surveyed facultative lagoons increases to $32/1000 m^3, while secondary treatment costs rise to $104/1000 m^3. The former set of costs are probably more representative of average operational costs than the latter.

For all levels of treatment except primary, the average cost per 1000 m^3 of treated sewage decreases as the plant size increases. The exception among the primary plants surveyed was a plant treating greater than 50 000 m^3/d ($55 per 1000 m^3). Phosphorus removal was practiced at this particular plant. One other primary treatment facility in the same size category, but operating without phosphorus removal processes, was found to have an average O & M cost of $27 per 1000 m^3 treated.

Figures 1, 2, 3, and 4 are graphical presentations of annual O & M costs versus average daily flows at primary, secondary, aerated lagoon and facultative lagoon facilities respectively. Generally, the figures illustrate that costs increase as the level of treatment progresses from lagoons, to primary, to secondary processes. Secondly, with the exception of primary plants, economies of scale are found because exponents in cost correlations are smaller than one. This means that, as flow rates increase, annual operating costs per unit of flow decrease for secondary plants and aerated lagoons. On the other hand, as flows to primary plants increase, costs per unit flow increase.

3.2.2 Average Daily Flow versus Design Daily Flow. Table 5 summarizes data on the basis of average daily flow versus design daily flow. The data are presented to illustrate the hydraulic operating conditions at the plants surveyed. In this review, a plant is described as being underloaded with respect to flow capacity when the average daily flow is less than 90% of the design daily flow capacity of the plant (i.e. A/D < 0.9). With the exception of lagoons, the majority of the plants surveyed were reported as operating in an underloaded state. Twenty-two percent of the plants surveyed were operating within 90% to 110% of the design flow; 7 of the 10 facilities in this category were secondary treatment plants. Twenty-two percent of the facilities were reported to have average daily flows exceeding the design requirements by more than 10%. Lagoons account for 60% of the plants in the overloaded operating condition.

The "National Inventory of Municipal Waterworks and Wastewater Systems"(6) provides inventory information on 74 primary plants, 454 activated sludge (or modified versions of the activated sludge process) systems, 140 aerated lagoons and 586 facultative lagoon facilities. A search of Mundat, the computer-based data management system for the national inventory, revealed that for these facilities, design flow and actual flow information was available for 52 primary, 331 secondary, 68 aerated lagoon and 191

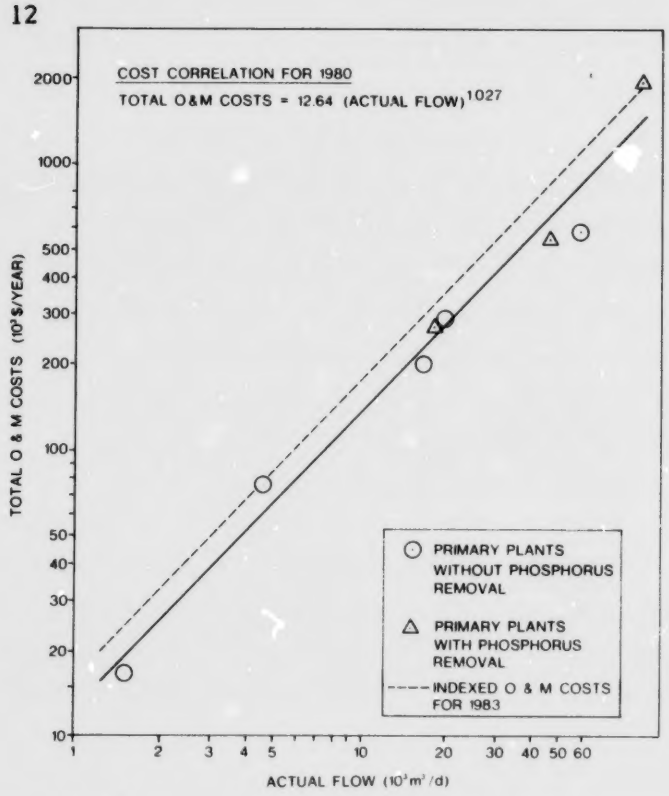


FIGURE 1 O & M COSTS (10^3 $/YEAR) VERSUS FLOW RATE FOR PRIMARY SEWAGE TREATMENT PLANTS

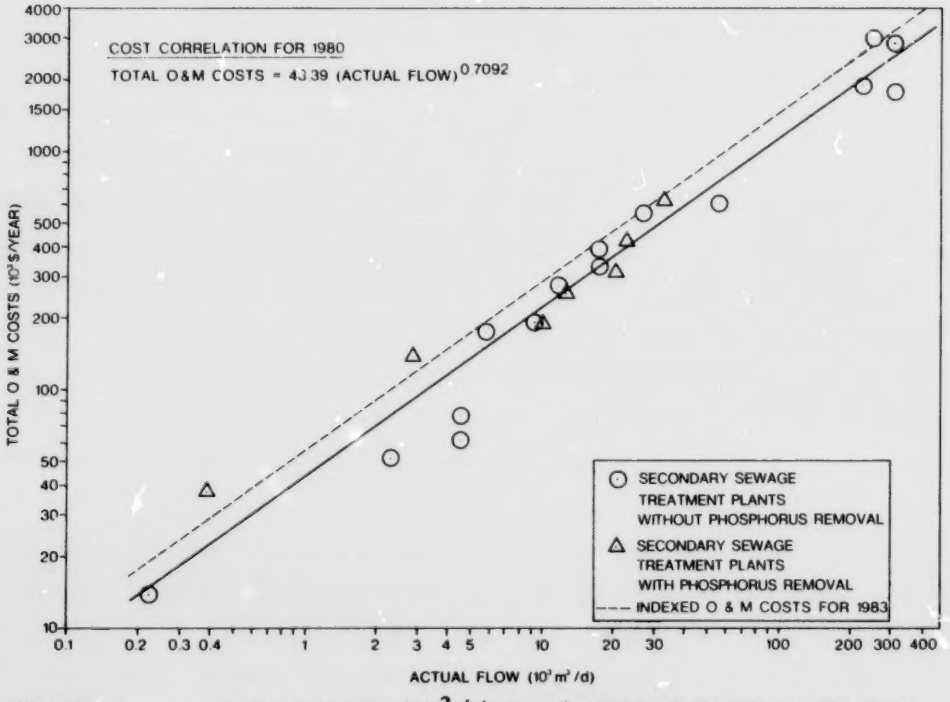


FIGURE 2 O & M COSTS (10^3 $/YEAR) VERSUS FLOW RATE FOR SECONDARY SEWAGE TREATMENT PLANTS

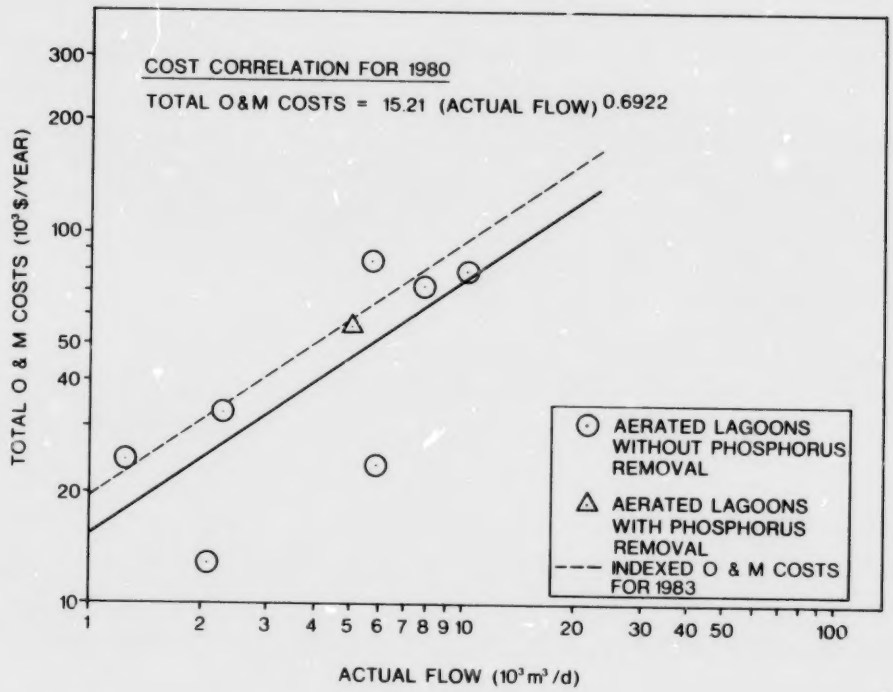


FIGURE 3 O & M COSTS (10^3 $/YEAR) VERSUS FLOW RATE FOR AERATED LAGOONS

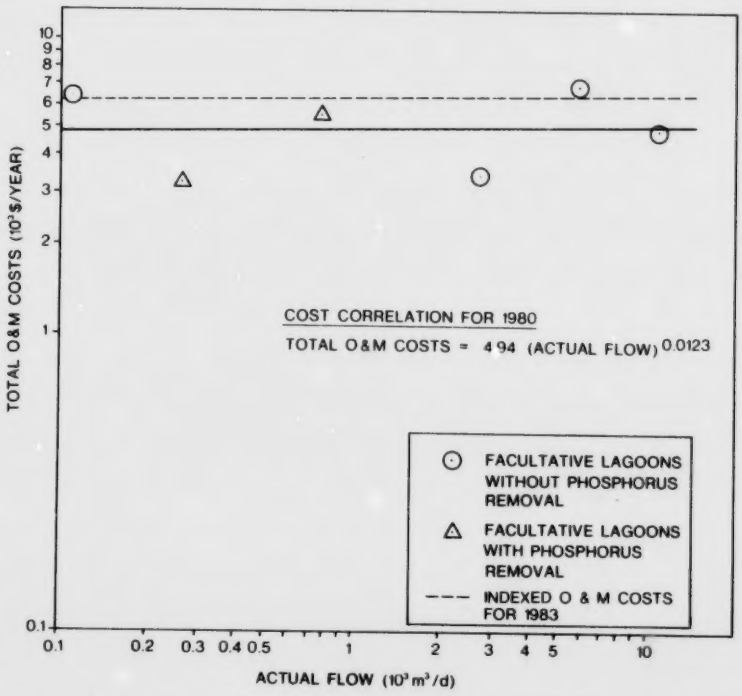


FIGURE 4 O & M COSTS (10^3 $/YEAR) VERSUS FLOW RATE FOR FACULTATIVE LAGOONS

TABLE 5 HYDRAULIC LOADING CONDITIONS AT SURVEYED FACILITIES
(number of plants and their hydraulic operating conditions)*

Plant Type	Hydraulic Underload (A/D<0.9)	Hydraulic Design Load (0.9 >A/D< 1.1)	Hydraulic Overload (A/D >1.1)
Primary	5 (63)	1 (12)	2 (25)
Secondary	13 (59)	7 (32)	2 (9)
Aerated lagoon	4 (50)	1 (12)	3 (38)
Facultative lagoon	3 (43)	1 (14)	3 (43)
Totals	25 (56)	10 (22)	10 (22)

* Numbers in brackets represent the percentage of surveyed plant types within a hydraulic operating category.

facultative lagoon facilities (Mundat, 1983). Seventy-one percent of all facilities were being operated at less than 90% of their design flow, 14% were operating within 10% of their design flow, and the remainder were in an overload state. For secondary plants the figures were 73%, 12%, and 15% for underloaded, design and overloaded hydraulic conditions respectively. Thus, while the numbers for this O & M survey do not coincide with Mundat information, the trend toward underloaded conditions appears to be valid.

The impact of hydraulic loading conditions on operational costs at sewage treatment facilities may be examined by comparing Table 4 data with data in Table 6. The average cost for operating an activated sludge plant, based on a 19-plant survey and disregarding plant capacities less than 1000 m^3/day, was $54 per 1000 m^3 of wastewater treated (Table 4). Costs associated with six plants in this same survey operating at design hydraulic conditions were $46 per 1000 m^3 (Table 6). Eleven of the plants were hydraulically underloaded at the time of the survey and were costing an average of $60 per 1000 m^3 to operate; two plants in a hydraulically overloaded condition were costing $46 per 1000 m^3. From these data it is apparent that plants operating at less than their design capacity have higher unit operating costs than plants treating wastes at or near design flows. Cost data on primary plants and lagoons are quite limited and trends are not so obvious. For example, the survey showed that the average cost for primary plant operation was $44 per 1000 m^3 of sewage treated (Table 4). Table 6 indicates that these costs for primary treatment are skewed to the hydraulic overload condition, in contrast to cost information for secondary plants. The raw data in the appendix indicate that the two primary plants in the overload condition also provide phosphorus removal. This additional

TABLE 6 AVERAGE COST PER 1000 m^3 TREATED BY OPERATIONAL CAPACITY (1980 Canadian $/1000 m^3)

Ratio of Actual Flow to Design Flow	Level of Treatment		Lagoons	
	Primary	Secondary	Aerated	Facultative
A/D <0.9	40 (n=5)	60 (n=11)	31 (n=4)	-
0.9 < A/D < 1.10	31 (n=1)	46 (n=6)	54 (n=1)	3 (n=1)
A/D >1.10	61 (n=2)	46 (n=2)	21 (n=3)	2 (n=2)

process may influence an increase in operational costs compared to costs of other primary plants in the same size category without phosphorus removal processes. Aerated lagoon cost trends for underloaded versus overloaded facilities are consistent with the information on secondary plants in Table 6.

3.3 Component Costs

The analysis of total O & M costs on the basis of five budgetory categories is presented in Tables 7, 8, 9 and 10. Electrical, personnel, sludge handling, chemical and administration and miscellaneous cost components are examined according to process-type and flow range and are defined as being a percentage of the total annual O & M cost. Data presented in these tables are averages. Definitions of the cost categories are as outlined in Section 2 of this report.

From the tables it is clear that personnel costs are the major fraction of operating expense for all sizes of primary and secondary plants and facultative lagoons. Typically, wages and benefits for operating and supervisory personnel accounted for 40% to 50% of the total operational cost. On the other hand, aerated lagoon systems experienced personnel costs in the 20% to 40% range.

The cost for electrical power in a secondary sewage treatment operation ranged from 20% to 30% of the total annual expenditure. This compares to a 5% to 10% range for primary plants and a 40% to 45% range for aerated lagoons. Power consumption, and the associated electrical costs, followed no discernible trend that could be associated with plant flow. The combined influence of plants operating at flow capacities outside their design range and inconsistencies in operational characteristics among plants of the same process-type could be the reason for the lack of correlation.

Costs associated with the treatment and disposal of sludges were reported for primary and secondary treatment facilities. Of the nine primary plants surveyed, only

TABLE 7 COMPONENT O & M COSTS (% of total O & M) FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS LESS THAN 1000 m^3/d

Level of Treatment	No. of Plants	Components Costs (% of Total O&M Costs)				
		Electrical	Personnel	Sludge	Chemical	Administrative
Primary	--	--	--	--	--	--
Secondary	2	22	54	2	5	16
Aerated Lagoons	1	41	23	0	0	35
Facultative Lagoons	4	0	47	0	35	18

TABLE 8 COMPONENT O & M COSTS (% of total O & M) FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS 1000 to 5000 m^3/d

Level of Treatment	No. of Plants	Components Costs (% of Total O&M Costs)				
		Electrical	Personnel	Sludge	Chemical	Administrative
Primary	2	10	57	0	2	32
Secondary	6	29	34	3	8	26
Aerated Lagoons	3	39	43	0	0	18
Facultative Lagoons	1	0	82	0	0	18

four plants identified budgetary expenditures in this category. Three of those plants were medium-sized (i.e., 5000 to 50 000 m^3/d), for which sludge processing represented an average of 6% of the total annual O & M budget. The fourth plant, with a flow of greater than 50 000 m^3/d and with a P-removal process, had a significantly higher budget expenditure for sludge processing (i.e., 27%). With secondary plants, the proportion of sludge handling costs ranged from 2% to 11%. Budgetary allocations to sludge handling increased with plant size, i.e., in the 1000 m^3/d plants costing was a minimum at 2%, whereas in the large facilities (greater than 50 000 m^3/d) the average was 11%. Five of 24 secondary facilities did not report sludge costs.

TABLE 9 COMPONENT O & M COSTS (% of total O & M) FOR PLANTS WITH ACTUAL FLOWS 5000 to 50 000 m^3/d

Level of Treatment	No. of Plants	Components Costs (% of Total O&M Cost)				
		Electrical	Personnel	Sludge	Chemical	Administrative
Primary	5	8	37	4	11	40
Secondary	11	18	48	9	6	20
Aerated Lagoons	5	44	23	0	12	21
Facultative Lagoons	2	12	24	0	2	63

TABLE 10 COMPONENT O & M COSTS (% of total O & M) FOR PLANTS WITH ACTUAL DAILY FLOWS GREATER THAN 50 000 m^3/d

Level of Treatment	No. of Plants	Components Costs (% of Total O&M Cost)				
		Electrical	Personnel	Sludge	Chemical	Administrative
Primary	2	5	50	13	14	19
Secondary	5	21	55	11	2	12
Aerated Lagoons	0	--	--	--	--	--
Facultative Lagoons	0	--	--	--	--	--

The fraction of annual operating costs that may be attributed to the purchase of chemicals is presented in Tables 7 through 10. For secondary systems in the 5000 m^3/d to 50 000 m^3/d flow range with P-removal processes, a five-plant average for chemical costs was 10% of the total annual operating cost; six plants in this same flow range, but without P-removal processes, had an average chemical cost of 2%. Two primary plants in the 5000 to 50 000 m^3/d flow range with P-removal utilized an average of 26% of their operating budget for chemical purchase; two similar-sized primary plants without P-removal had chemical costs that averaged 2% of their operating expenditures. Three small facultative lagoons employed chemicals, presumably for disinfection and/or P-

removal purposes. The costs represented a significant portion (35%) of the total operating budget.

The budget category "Administrative and Miscellaneous Costs" showed that in general the fractional cost decreased as plant size increased.

3.4 Pollutant Removal Costs

Operating costs are analyzed on the basis of BOD, SS and P removals at surveyed plants and presented in Tables 11, 12 and 13.

In Table 11, costs associated with BOD removal are shown for primary, secondary and lagoon facilities. Primary plants have high unit costs for BOD removal, compared to the secondary plants and lagoon processes. Although the data base for primary plants is small, the results of this analysis appear quite reasonable. Primary treatment processes are designed and operated principally for the removal of solids. Any BOD removal that occurs as a result of this process is a function of the solids association.

Secondary plants exhibit the next highest average BOD removal costs, followed by lagoon facilities. Again, these relative costs may be expected given the greater complexity of secondary facilities (and thus operating requirements) compared to lagoon systems.

Table 12 presents pollutant removal costs as they relate to suspended solids. These data illustrate a similar trend to that seen in Table 11. Disregarding plant size, SS removal cost appears to be least for lagoon systems. Primary facilities represent the highest operational costs with respect to removal of this pollutant, followed closely by secondary facilities. Secondary plants in the 5000 to 50 000 m^3/d flow range are indicated as the most expensive facilities to operate for SS removal. A larger sampling of plants in the various flow ranges is required to confirm these results.

Table 13 summarizes average costs for P-removal at the various treatment facilities. No distinction can be made between plants with P-removal processes and plants where P-removal occurs as a function of solids removal or biological processes. Aerated lagoons have the highest average cost per kilogram P removed ($23) followed by primary plants ($20), secondary plants ($16), and facultative lagoons ($2).

3.5 Per Capita Operating Costs

Table 14 presents average costs per capita for operating various types of treatment processes at various flow ratings. In general, secondary plants, with the most complex treatment processes, are presented as the most expensive to operate on a per capita basis at $10. Primary plants at $9 per capita, aerated lagoons at $8 per capita, and

TABLE 11 AVERAGE COST PER kg BOD REMOVED (1980 Canadian $/kg BOD removed)

Flow Category (m^3/d)	Primary	Secondary	Aerated Lagoons	Facultative Lagoons
< 1000	-	4.00 (n=1)	-	0.18 (n=2)
1000-5000	0.54 (n=2)	0.50 (n=3)	0.12 (n=3)	0.05 (n=1)
5000-50 000	0.61 (n=4)	0.47 (n=11)	0.23 (n=5)	0.13 (n=1)
> 50 000	0.53 (n=2)	0.20 (n=5)	-	-
All plants*	0.57 (n=8)	0.40 (n=19)	0.19 (n=8)	0.09 (n=2)

*Plants < 1000 m^3/d excluded.
n = number of plants included in calculation of average.

TABLE 12 AVERAGE COST PER kg SS REMOVED (1980 Canadian $/kg SS removed)

Flow Category	Primary	Secondary	Aerated Lagoons	Facultative Lagoons
< 1000	-	3.00 (n=1)	-	0.17 (n=2)
1000-5000	0.37 (n=1)	0.28 (n=3)	0.30 (n=3)	0.07 (n=1)
5000-50 000	0.31 (n=4)	0.44 (n=9)	0.10 (n=3)	0.09 (n=1)
> 50 000	0.36 (n=2)	0.14 (n=5)	-	-
All plants*	0.33 (n=7)	0.32 (n=17)	0.20 (n=6)	0.08 (n=2)

*Plants < 1000 m^3/d excluded.
n = number of plants included in calculation average.

TABLE 13 AVERAGE COST PER kg P REMOVED (1980 Canadian $/kg P removed)

Flow Category	Primary	Secondary	Aerated Lagoons	Facultative Lagoons
< 1000	-	84 (n=1)	-	5 (n=2)
1000-5000	20 (n=1)	14 (n=2)	29 (n=2)	1 (n=1)
5000-50 000	24 (n=2)	22 (n=6)	17 (n=2)	2 (n=1)
> 50 000	16 (n=2)	8 (n=4)	-	-
All plants*	20 (n=5)	16 (n=12)	23 (n=4)	2 (n=2)

*Plants < 1000 m^3/d excluded.
n = number of plants included in calculation of averages.

TABLE 14 AVERAGE COST PER CAPITA (1980 Canadian $/capita/annum)

Flow Category (m^3/d)	Primary	Secondary	Aerated Lagoons	Facultative Lagoons
< 1000	-	45 (n=2)	-	13 (n=3)
1000-5000	9 (n=2)	11 (n=6)	11 (n=2)	1 (n=1)
5000-50 000	9 (n=4)	11 (n=11)	7 (n=5)	1 (n=2)
> 50 000	10 (n=2)	7 (n=5)	-	-
All plants*	9 (n=8)	10 (n=22)	8 (n=7)	1 (n=3)

*Plants < 1000 m^3/d excluded.
n = number of plants included in calculation of averages.

facultative lagoons at $1 per capita follow secondary plants in this analysis. Further, on a per capita basis, the smaller plants appear to be more costly to operate than larger plants of the same process type. The exception to this trend is the primary plant category. Per capita costs for primary plants were $9 and $10 for the plants surveyed. A larger sample group should be surveyed in order to verify these results.

BIBLIOGRAPHY

(1) Personal Communications with John Hunter, 1983. Facility Requirements Division, Priorities and Needs Assessment Branch, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

(2) Statistics Canada, Prices Division, Industry Price Indexes, Catalogue 62-011, Vol. 9, No. 12, 1984.

(3) Statistics Canada, Labour Division, Employment, Earnings and Hours, Catalogue 72-002, Vol. 59, No. 1, 1981.

(4) Statistics Canada, Labour Division, Employment, Earnings and Hours, Catalogue 72-002, Vol. 61, No. 8, 1983.

(5) Corpus Information Services, Southam Communications Limited, Corpus Chemical Report, Vol. 15, No. 26, 1983.

(6) FACE, National Inventory of Municipal Waterworks and Wastewater Systems in Canada 1981. Supply and Services Canada, Catalogue No. En 44-10/81, 1981.

APPENDIX

Raw Data on Wastewater Treatment Plants

TABLE A.1 TREATMENT PLANTS LISTED BY LEVEL OF TREATMENT

Plant No.	Region	Phosphorus Removal	Design Flow $10^3 m^3/d$	Actual Flow $10^3 m^3/d$	% Design Flow	Total Annual O & M Costs (1980 Canadian $) $/1000 m^3$ Design Flow	$/1000 m^3$ Actual Flow	$10^3$$/year
Primary Treatment Plants								
14	C	--	1.64	1.50	91	28.00	30.62	16.76
16	W	--	5.16	4.55	88	40.58	46.02	76.43
13	E	--	22.72	16.36	72	24.32	33.77	201.7
4	C	Yes	13.64	18.15	133	54.96	41.30	273.6
34	W	--	27.28	19.55	72	29.07	40.56	289.4
19	C	Yes	36.37	46.38	128	41.24	32.33	547.3
3	W	--	90.92	59.1	65	17.60	27.08	584.2
37	C	Yes	109.11	97.29	89	48.94	54.89	1949
11*	E	--	5.71	--	--	12.72	--	26.51
Secondary Treatment Plants								
53	C	--	0.45	0.22	49	86.04	175.99	14.13
1	C	Yes	0.50	0.39	78	209.14	268.13	38.17
42	W	--	2.29	2.30	100	63.48	63.20	53.06
41	C	Yes	3.64	2.86	79	106.55	135.61	141.6
45	W	--	2.95	4.54	150	57.45	37.33	61.86
47	C	--	6.82	4.55	67	31.76	47.61	79.07
38	W	--	7.00	5.75	82	70.73	86.11	180.7
6	E	--	9.46	9.46	100	56.38	56.38	194.7
36	W	Yes	8.18	9.72	119	65.55	55.16	195.7
39	E	--	13.63	11.73	86	56.16	65.26	279.4
9	C	Yes	13.64	12.55	92	52.27	56.81	260.2
52	W	--	22.73	17.25	76	40.32	53.13	334.5
44	E	--	22.72	17.41	76.6	47.86	62.46	396.9
26	C	Yes	27.28	20.52	75	32.15	42.75	320.2
31	C	Yes	29.55	22.65	77	40.09	52.31	432.5
40	W	--	29.51	26.5	90	51.99	57.90	560.0
17	C	Yes	61.37	32.51	53	28.18	53.20	631.3
50	C	--	68.19	56.01	82	25.00	30.44	622.3
28	W	--	250.00	225	90	21.34	23.71	1947
20	C	--	409.15	245.58	50	20.36	33.92	3040
29	W	--	313.26	302.73	96.6	25.43	26.32	2908
12	W	--	295.1	303.81	103	17.00	16.51	1831
43*	E	--	1.14	--	--	46.17	--	19.21
21*	E	--	2.27	--	--	24.00	--	19.89
25*	E	--	7.56	--	--	--	--	--
Aerated Lagoons								
8	C	--	1.27	1.25	98	53.36	54.22	24.74
48	C	--	5.46	2.07	38	6.48	17.10	12.92
27	E	--	13.57	2.27	23	6.72	40.17	33.28
30	C	Yes	4.54	5.06	111	34.17	30.66	56.63
51	E	--	11.35	5.68	50	20.48	40.92	84.84
22	W	--	4.54	5.86	130	14.41	11.17	23.89
23	W	--	10.28	7.88	80	19.39	25.29	72.74
5	W	--	6.82	10.23	150	32.07	21.38	79.83
33*	E	--	0.57	--	--	32.51	--	6.76
Facultative Lagoons								
10	W	--	0.07	0.11	160	255.95	162.88	6.54
15	C	Yes	0.73	0.26	36	12.33	34.62	3.29
35	C	Yes	0.98	0.78	80	15.69	19.72	5.61
49	C	--	2.39	2.72	114	3.99	3.51	3.48
32	W	--	6.36	5.91	93	3.02	3.25	7.01
18	E	--	0.73	11.36	1600	18.83	1.21	5.02
2*	E	--	0.20	--	--	--	--	--
46*	E	--	0.32	--	--	4.04	--	0.47
7*	W	--	3.64	1.59	44	--	--	--

*Plants with incomplete data

TABLE A.2 TREATMENT PLANTS AND THEIR COMPONENT COSTS (1980 Canadian $)

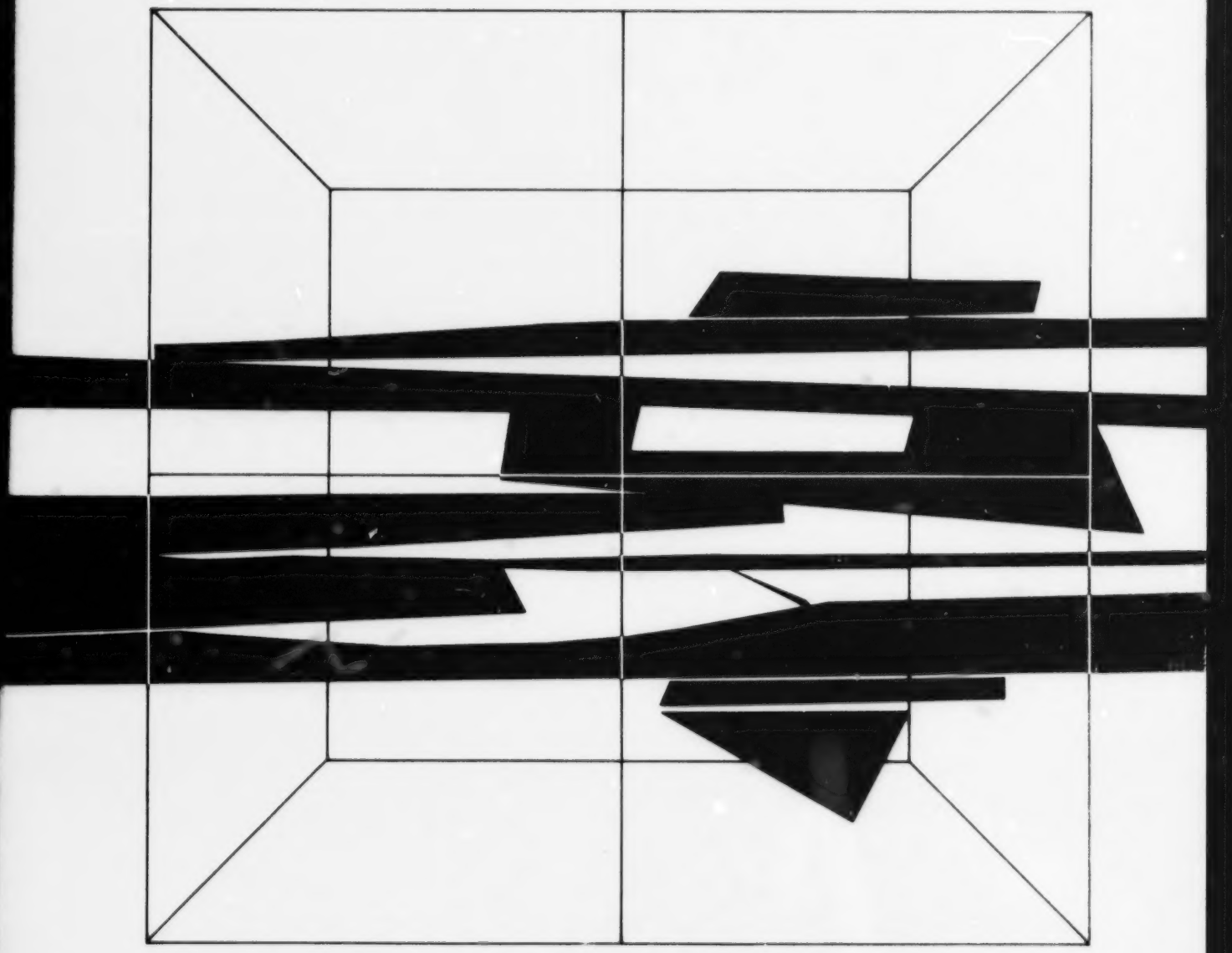
Plant	Region	Pop. Served 10^3	Electrical Costs $/1000 m^3 Actual Flow	Electrical Costs % Total	Personnel Costs $/1000 m^3 Actual Flow	Personnel Costs % Total	Sludge Costs $/1000 m^3 Actual Flow	Sludge Costs % Total	Chemical Costs $/1000 m^3 Actual Flow	Chemical Costs % Total	Additional Costs $/1000 m^3 Actual Flow	Additional Costs % Total
Primary Treatment Plants												
14	C	2.2	3.20	10.5	20.84	68.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.58	21.5
16	W	8.0	4.19	9.1	20.81	45.2	0.0	0.0	1.81	3.9	19.21	41.7
13	E	30.0	2.38	7.0	18.15	53.7	0.0	0.0	0.0	0.0	13.24	39.2
4	C	28.6	3.58	8.7	16.58	40.1	4.88	11.8	14.65	35.5	1.60	3.9
34	W	40.0	4.46	11.0	20.74	51.1	0.60	1.5	0.0	0.0	14.76	36.4
19	C	49.0	0.74	2.3	8.65	26.8	1.82	5.6	5.20	16.1	15.93	49.3
3	W	135.7	1.29	4.8	17.79	65.7	0.0	0.0	2.27	8.4	5.73	21.2
37	C	130.0	2.68	4.9	18.82	34.3	14.52	26.5	10.25	18.7	8.61	15.7
11*	E	4.0	1.14**	9.0	1.84**	14.5	0.0**	0.0	0.53**	4.2	9.21**	72.4
Secondary Treatment Plants												
53	C	0.3	55.73	31.7	89.21	50.7	0.00	0.0	3.66	2.1	27.40	15.6
1	C	0.9	32.30	12.0	155.31	57.9	12.32	4.6	22.47	8.4	45.73	17.1
42	W	5.7	26.13	41.3	22.15	35.0	0.00	0.0	0.00	0.0	14.93	23.6
41	C	7.1	27.39	20.2	59.52	43.9	16.28	12.0	19.29	14.2	13.12	9.7
45	W	4.5	4.21	11.3	11.18	29.9	0.33	0.9	1.60	4.3	20.01	53.6
47	C	6.7	15.99	33.6	22.59	47.4	2.82	5.9	0.66	1.4	5.56	11.7
38	W	15.0	19.27	22.4	63.57	73.8	2.19	2.5	0.00	0.0	1.07	1.2
6	E	30.0	5.27	9.3	23.28	41.3	4.94	8.8	2.03	3.6	20.85	37.0
36	W	22.0	5.46	9.9	33.44	60.6	1.67	3.0	1.86	3.4	12.72	23.1
39	E	25.0	15.46	23.7	21.67	33.2	1.51	2.3	2.29	3.5	24.33	37.3
9	C	32.0	6.69	11.8	21.58	38.0	12.58	22.1	5.71	10.1	10.26	18.1
52	W	50.0	16.87	31.8	28.00	52.7	0.00	0.0	1.20	2.3	7.05	13.3
44	E	41.4	19.09	30.6	21.78	34.9	14.84	23.8	0.52	0.8	6.23	10.0
26	C	26.5	5.65	13.2	20.86	48.8	7.25	17.0	5.88	13.8	3.10	7.3
31	C	45.0	6.71	12.8	28.40	54.3	0.25	0.5	6.36	12.2	10.58	20.2
40	W	21.0	9.90	17.1	36.67	63.3	0.82	1.4	0.83	1.4	9.67	16.7
17	C	59.7	7.35	13.8	16.83	31.6	8.02	15.5	4.83	9.1	16.16	30.4
50	C	85.0	10.75	35.3	11.05	36.3	5.11	16.8	0.67	2.2	2.85	9.4
28	W	365.0	5.20	21.9	12.01	50.7	3.27	13.8	0.86	3.6	2.37	10.0
20	C	360.0	4.58	13.5	19.31	56.9	3.77	11.1	0.36	1.1	5.90	17.4
29	W	400.0	7.07	15.5	17.76	67.5	1.44	5.5	0.27	1.0	2.79	10.6
12	W	425.2	2.90	17.6	10.19	61.7	1.10	6.7	0.02	0.1	2.30	13.9
43*	E	2.5	20.42**	44.2	12.65**	27.4	0.00**	0.0	8.41**	18.2	4.69**	10.2
21*	E	3.2	5.48**	22.8	5.44**	22.7	0.00**	0.0	2.40**	10.0	10.68**	44.5
25*	E	75.8	--	--	98.94**	--	0.00**	0.0	0.00**	--	2.17**	--
Aerated Lagoons												
8	C	1.4	27.51	50.7	22.01	40.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.69	8.6
48	C	3.8	0.21	1.2	13.63	79.7	0.0	0.0	0.0	0.0	3.26	19.1
27	E	0.2	26.21	65.2	3.95	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	10.01	24.9
30	C	5.0	8.98	29.3	11.03	36.0	0.0	0.0	6.78	22.1	3.87	12.6
51	E	6.5	12.58	30.7	17.10	41.8	0.0	0.0	5.16	12.6	6.09	14.9
22	W	9.3	5.88	52.6	1.62	14.5	0.0	0.0	0.47	4.2	3.20	28.6
23	W	30.0	15.83	62.6	4.52	17.9	0.0	0.0	0.0	0.0	4.94	19.5
5	W	13.5	9.10	42.6	0.63	2.9	0.0	0.0	4.95	23.2	6.70	31.3
33*	E	1.4	13.41**	41.2	7.61**	23.4	0.0**	0.0	0.0**	0.0	11.49**	35.3
Facultative Lagoons												
10	W	0.2	0.0	0.0	68.74	42.2	0.0	0.0	25.89	15.9	68.24	41.9
15	C	0.8	0.0	0.0	9.65	27.9	0.0	0.0	18.02	52.1	6.95	20.1
35	C	1.7	0.0	0.0	3.60	18.3	0.0	0.0	14.01	71.0	2.11	10.7
49	C	6.3	0.0	0.0	2.88	82.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.62	17.7
32	W	14.0	0.0	0.0	0.75	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.50	76.9
18	E	2.8	0.28	23.1	0.30	24.8	0.0	0.0	0.04	3.3	0.60	49.6
2*	E	0.9	0.0**	--	--	--	0.0**	--	0.0**	--	2.74**	--
46*	E	0.9	0.0**	0.0	4.04**	100	0.0**	0.0	0.0**	0.0	0.0**	0.0
7	W	5.1	--	--	0.87	--	0.0	--	0.0	--	0.65	--

* Design flow only ($10^3 m^3/d$)
** $/1000 m^3 design flow

Coûts d'exploitation et d'entretien des installations de traitement des eaux usées municipales - 1980

1885 1985

Rapport SPE 5 UP 1
Décembre 1984



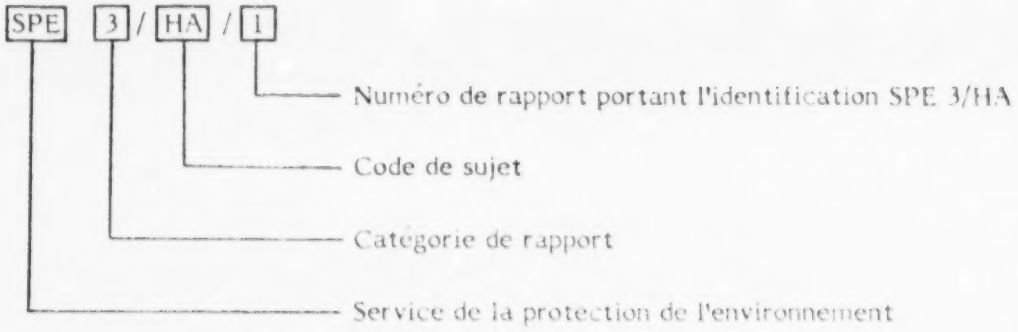
Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

Canada

RAPPORTS DU SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotage:



Catégories

1	Règlements/Lignes directrices/ Codes de procédure
2	Consultation publique: évaluation des problèmes, options de contrôle
3	Recherche et développement technologique
4	Revues de la documentation
5	Relevés
6	Evaluations des impacts sur l'environnement
7	Surveillance
8	Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9	Guides

Sujets

AG	Agriculture
AP	Polluants atmosphériques
CC	Produits chimiques commerciaux
CP	Pollution - consommateurs
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Chimie inorganique
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions du Nord
PF	Papier et fibres
PG	Production de l'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthode de référence normalisée
TS	Systèmes de transport
UP	Pollution urbaine

Sujets et codes additionels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant à la Section des publications, Service de la protection de l'environnement, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 1C8.

Centenaire des parcs nationaux
1885
1985
National Parks Centennial

1885 – 1985: 100 ans de conservation du patrimoine
Le premier parc national du Canada a été aménagé en 1885, à Banff en Alberta. Aujourd'hui il y a des parcs nationaux et des parcs historiques nationaux dans chaque province et territoire. Le centenaire des parcs nationaux représente l'occasion de réaffirmer le désir de préserver notre patrimoine au profit de tous les Canadiens.

COÛTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN DES INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES EAUX USÉES MUNICIPALES - 1980

S.A. Ross, M.G. Boivin et D.L. Caverson
Direction des programmes industriels
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada

Rapport SPE 5/UP/1
Décembre 1984

Publication distribuée
par le Service de la protection de l'environnement
Ministère de l'Environnement
Hull
K1A 1C8

Édition française
de *Operation and Maintenance Costs for Municipal Wastewater Treatment Facilities in Canada*
préparée par le Module d'édition française
Ministère de l'Environnement

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. En 49-8/5-1
ISBN 0-662-53426-3
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

COMMENTAIRES

Les auteurs du présent rapport invitent toutes les personnes intéressées à faire part de leurs commentaires en écrivant à l'adresse suivante:

M.G. Boivin
Division des activités urbaines
Direction des programmes industriels
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Hull (Québec)
K1A 1C8

RÉSUMÉ

Les données sur les coûts d'exploitation et d'entretien ont été recueillies dans 52 installations de traitement des eaux usées municipales au Canada en 1981. Il s'agit d'usines de traitements primaires et secondaires et d'installations de lagunage aéré ou facultatif. Les coûts sont indiqués en dollars de 1980.

ABSTRACT

Operating and maintenance cost data were collected at 52 municipal wastewater treatment facilities in Canada in 1981. Facilities surveyed included primary treatment plants, secondary treatment plants and aerated and facultative lagoon systems. Cost data presented in this report are in 1980 dollars.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé/Abstract		IV
Liste des figures		VI
Liste des tableaux		VII
1	**INTRODUCTION**	1
1.1	Données préliminaires	1
1.2	Objectifs	2
2	**MÉTHODOLOGIE**	3
2.1	Enquête	3
2.2	Analyse des données	4
2.2.1	Niveau de traitement	5
2.2.2	Capacité opérationnelle	5
2.2.3	Coûts ventilés	5
2.2.4	Efficacité du traitement	6
2.2.5	Mise à jour des coûts	6
3	**RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE**	10
3.1	Répartition régionale des installations	10
3.2	Capacité opérationnelle	11
3.2.1	Charge hydraulique annuelle	11
3.2.2	Débit quotidien moyen et débit quotidien nominal	12
3.3	Coûts ventilés	17
3.4	Coûts de la dépollution	21
3.5	Coûts d'exploitation par habitant	23
Références		25
Annexe	**Données brutes sur les installations de traitement des eaux usées**	27

LISTE DES FIGURES

1	Coûts d'entretien et d'exploitation en fonction du débit - installations de traitement primaire	13
2	Coûts d'entretien et d'exploitation en fonction du débit - installations de traitement secondaire	14
3	Coûts d'entretien et d'exploitation en fonction du débit - étangs aérés	15
4	Coûts d'entretien et d'exploitation en fonction du débit - étangs facultatifs	16

LISTE DES TABLEAUX

1	Mise à jour des coûts à l'usine n° 26	8
2	Nombre d'usines par région et par taille	10
3	Nombre d'usines par région et par niveau de traitement	10
4	Coûts d'entretien et d'exploitation moyens par 1000 m^3 d'eaux usées traitées	12
5	Charge hydraulique des installations étudiées	15
6	Coûts d'exploitation moyens par 1000 m^3 d'eaux usées traitées	17
7	Coûts d'entretien et d'exploitation ventilés débits réels inférieurs à 1000 m^3/d	18
8	Coûts d'entretien et d'exploitation ventilés débits réels entre 1000 m^3/d et 5000 m^3/d	18
9	Coûts d'entretien et d'exploitation ventilés débits réels entre 5000 m^3/d et 50 000 m^3/d	19
10	Coûts d'entretien et d'exploitation ventilés débits réels supérieurs à 50 000 m^3/d	19
11	Coût moyen par kilogramme de D.B.O. éliminée	22
12	Coût moyen par kilogramme de M.S. éliminées	22
13	Coût moyen par kilogramme de P éliminé	23
14	Coût moyen par habitant	24
ANNEXE		27
A.1	Installations par niveau de traitement	29
A.2	Installations d'épuration-ventilation des coûts	31

1 CHAPITRE D'INTRODUCTION

L'efficacité d'une usine d'épuration municipale dépend de trois paramètres importants, soit:

a) la planification et la conception,

b) la construction,

c) et l'exploitation et l'entretien.

Si un seul de ces paramètres présente des faiblesses, l'usine ne pourra vraisemblablement donner de résultats satisfaisants. Si, en général, des efforts importants sont faits durant les travaux de planification, de conception et de construction pour respecter le budget prévu et atteindre les résultats visés, ce n'est pas toujours le cas pour l'entretien et l'exploitation de l'usine. Les exigences en matière de budget et de main-d'oeuvre sont bien sûr grossièrement estimées pendant la phase initiale du projet (planification), mais les coûts d'entretien et d'exploitation de l'usine ne sont vraiment connus que quelque temps après sa mise en service.

La création d'une base de données nationale sur les coûts d'entretien et d'exploitation faciliterait certainement l'établissement de prévisions budgétaires pour les usines de traitement des eaux usées municipales. Une enquête nationale a été menée à cette fin en 1981. Des données ont été recueillies dans 52 usines de traitement de différentes régions du Canada à partir des dossiers établis en 1980 et en prenant comme base le dollar de 1980. Le présent rapport est un résumé des données de l'enquête. Une étude plus approfondie des usines selon leur type ou leur taille devra être faite afin de mettre à jour et d'améliorer la précision des données, si le besoin s'en fait sentir.

1.1 Données préliminaires

Au Canada, les eaux usées municipales sont évacuées dans des collecteurs séparatifs à raison d'environ 11×10^6 m^3/d. Près de 55 p. 100 (6×10^6 m^3/d) des eaux ainsi évacuées subissent un traitement quelconque. Les procédés suivants sont utilisés pour traiter 90 p. 100 à 95 p. 100 de ces eaux usées: boues activées (60 p. 100), traitement primaire (20 p. 100), lagunage aéré (6 p. 100) et lagunage facultatif (5 p. 100 à 10 p. 100).

Il y a à peu près 450 installations à boues activées (procédés classiques ou modifiés), 74 usines de traitement primaire et 746 étangs de stabilisation aérés ou facultatifs au Canada. La plupart des installations qui utilisent des procédés mécaniques, soit les installations à boues activées et les usines de traitement primaire, ont une capacité de 50 000 m^3/d ou moins. Environ 85 p. 100 à 90 p. 100 des étangs aérés et facultatifs ne peuvent traiter plus de 10 000 m^3 d'eaux usées par jour.

Une firme d'ingénieurs-conseils, engagée par le Service de la protection de l'environnement (S.P.E.), a effectué une enquête dans 52 usines d'épuration municipales au cours de l'été 1981. Cette enquête comprenait l'examen des régistres d'exploitation de 1980 de divers types d'usines au pays, soit 25 installations à boues activées (procédé classique), 9 usines de traitement primaire, 8 systèmes à étangs aérés et 10 à étangs facultatifs. Parmi ces installations, 7 utilisant le procédé par boues activées, 3 effectuant un traitement primaire, 1 étang aéré et 2 étangs facultatifs procédaient à l'élimination du phosphore des eaux.

1.2 Objectifs

Les objectifs spécifiques du projet se résument comme suit:

a) collecte de données sur les coûts d'entretien et d'exploitation dans certaines installations de traitement des eaux usées,

b) préparation d'un manuel donnant des informations sur les coûts d'entretien et d'exploitation,

c) examen des composantes importantes des coûts d'entretien et d'exploitation des installations de traitement des eaux usées,

d) établissement de liens entre les coûts d'entretien et d'exploitation et certains paramètres courants de traitement des eaux usées, tels que le débit quotidien moyen et les taux d'élimination des polluants pour différents types d'installations.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 Enquête

Les données présentées dans le présent rapport ont été recueillies sur place dans des stations d'épuration municipales réparties dans différentes régions du Canada. Aux fins de l'étude, ces régions ont été divisées comme suit:

Ouest : Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan, Manitoba

Centre : Ontario

Est : Québec, Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve.

Les auteurs ont interviewé les responsables des 52 installations ayant fait l'objet de la présente étude. Les données sur l'installation elle-même et ses coûts d'entretien et d'exploitation connexes ont été extraites des dossiers de 1980, dans la mesure du possible. Dans certains cas, il a fallu utiliser des données d'années antérieures et les convertir en dollars constants (dollars de 1980) au moyen d'indices des coûts.

Les installations de chaque région ont été choisies d'après leur capacité et le procédé de traitement utilisé. Selon le procédé, elles ont été classées dans les catégories suivantes:

Types de traitement	Procédés
Traitement primaire	Clarification primaire
Traitement secondaire	Boues activées, procédé classique
	Aération prolongée
	Stabilisation par contact
	Aération échelonnée
Lagunage	Étangs aérés
	Étangs facultatifs

Le traitement primaire permet généralement d'éliminer environ 60 p. 100 des matières en suspension (M.S.) dans les eaux usées brutes et 35 p. 100 de la demande biochimique en oxygène (D.B.O.). Dans les installations de traitement primaire étudiées, le taux d'élimination de M.S. variait de 55 p. 100 à 89 p. 100 (72 p. 100 en moyenne) et celui de la D.B.O., de 35 p. 100 à 70 p. 100 (52 p. 100 en moyenne).

Le traitement secondaire devrait normalement éliminer de 85 p. 100 à 90 p. 100 de la D.B.O. et des M.S. Les taux d'élimination de la D.B.O. et des M.S. des 25 usines visitées variaient entre 70 p. 100 et 97 p. 100 (87 p. 100 en moyenne) et de 65 p. 100 à 95 p. 100 (88 p. 100 en moyenne). Des écarts importants ont été relevés entre les différents systèmes de lagunage (étangs): dans le cas des étangs aérés les taux d'élimination de la D.B.O. variaient en effet entre 66 p. 100 et 97 p. 100 et ceux des M.S. entre 19 p. 100 et 83 p. 100; ils variaient respectivement entre 41 p. 100 et 98 p. 100 et entre 22 p. 100 et 95 p. 100 dans le cas des étangs facultatifs.

Les installations ont également été groupées d'après leur capacité nominale:

Faible <1000 m^3/d et 1000 m^3/d à 5000 m^3/d

Moyenne 5000 m^3/d à 50 000 m^3/d

Élevée >50 000 m^3/d

Parmi les 52 installations considérées, sept ont été classées comme ayant une capacité de traitement élevée (5 installations de traitement secondaire et 2 de traitement primaire), vingt et une, une faible capacité (11 systèmes à étangs, 2 installations de traitement primaire et 8 installations de traitement secondaire); et vingt-quatre ont été classées comme ayant une capacité moyenne (5 installations de traitement primaire, 12 de traitement secondaire et 7 systèmes à étangs).

Des données générales sur les usines étudiées sont présentées en annexe.

2.2 Analyse des données

L'analyse des données a été faite en tenant compte des quatre critères suivants:

- niveau de traitement
- capacité d'exploitation
- coûts ventilés; et
- efficacité du traitement

2.2.1 Niveau de traitement. Les données ont d'abord été recueillies en fonction du niveau de traitement, soit le traitement primaire, le traitement secondaire et le lagunage (étangs de stabilisation). Dans le cas des installations de traitement secondaire, aucune distinction n'a été faite entre les divers procédés utilisés (c'est-à-dire le procédé des boues activées classique et ses versions modifiées). Les données sur le lagunage aéré ou facultatif ont fait l'objet d'une analyse distincte.

2.2.2 Capacité opérationnelle. Les données sur les frais d'exploitation des différents types d'usines ont été classées en fonction de la capacité nominale, puis analysées en fonction de la capacité opérationnelle. Celle-ci a été établie en comparant le débit quotidien moyen et le débit quotidien nominal. Une installation a été considérée comme fonctionnant à sa capacité nominale parce que son débit quotidien moyen se situait entre 90 p. 100 et 110 p. 100 du débit nominal. Les installations de traitement dont les débits quotidiens réels sont supérieurs à 110 p. 100 du débit nominal sont *surexploitées*. Les usines sont *sous-exploitées* si leur débit quotidien moyen est inférieur à 90 p. 100 du débit nominal.

2.2.3 Coûts ventilés. Les coûts ventilés sont les divers postes budgétaires généraux qui, additionnés, donnent les coûts d'exploitation et d'entretien des installations d'épuration municipales. Les coûts examinés dans la présente étude se subdivisent comme suit:

a) *Coûts de l'énergie électrique*: toutes les dépenses en électricité autres que celles liées à l'exploitation d'une station de pompage des eaux usées.

b) *Coûts de la main-d'oeuvre*: salaires et avantages sociaux de la main-d'oeuvre et du personnel de surveillance.

c) *Coûts des produits chimiques*: coûts des produits chimiques utilisés, dont le chlore pour désinfecter et désodoriser les effluents, les précipitants chimiques pour éliminer le phosphore, et diverses autres substances chimiques utilisées, notamment pour purifier l'air. Le coût des produits chimiques utilisés dans le traitement des boues figure à la rubrique suivante.

d) *Coûts du traitement des boues*: dépenses associées au chauffage des digesteurs, à l'utilisation de produits chimiques pour la déshydratation des boues, au transport des boues hors de l'usine, aux contrats d'élimination des boues et, le cas échéant, à l'incinération des boues (combustible).

e) *Coûts administratifs et coûts divers*: coûts des activités administratives et de soutien liées à l'exploitation et à l'entretien quotidiens de l'installation. Les coûts divers comprennent l'entretien des véhicules, les taxes municipales, les primes d'assu-

rance, les frais de service externes pour l'équipement et la main-d'oeuvre, les coûts de laboratoire externes et les coûts de chauffage (combustible). Ces coûts étaient souvent très différents d'une usine à l'autre.

2.2.4 Efficacité du traitement. Les taux d'élimination des polluants ont été déterminés en fonction de leur teneur moyenne annuelle dans les eaux d'entrée et de sortie et des débits quotidiens moyens. L'élimination de la demande biochimique en oxygène, des matières solides en suspension et du phosphore a été calculée en kilogrammes par jour. Ces données ont ensuite été utilisées pour évaluer les frais d'exploitation à divers niveaux de traitement.

2.2.5 Mise à jour des coûts. Les coûts indiqués dans le présent rapport sont en dollars canadiens de 1980. Pour les convertir en dollars actuels, il faut utiliser des indices de coûts. Un indice de coûts est simplement un instrument permettant de comparer un coût à une date donnée au coût à une date de référence. Comme les coûts étaient connus au moment de la collecte des données, le coût équivalent actuel peut être déterminé par l'équation suivante:

$$\text{COÛT ACTUEL} = \text{COÛT INITIAL} \times \frac{\text{VALEUR ACTUELLE DE L'INDICE}}{\text{VALEUR DE L'INDICE AU MOMENT DE LA COLLECTE DES DONNÉES}}$$

$$\text{COÛT ACTUEL} = \text{COÛT INITIAL} \times \text{RAPPORT DES INDICES}$$

Plusieurs indices de coûts sont publiés de façon régulière. Le U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A.) publie un indice trimestriel des coûts d'exploitation, d'entretien et de réparation pour les installations d'épuration américaines. Cet indice très complet comprend les indices des coûts de la main-d'oeuvre, des produits chimiques, de l'énergie électrique, de l'entretien, de l'administration, etc. Malheureusement, il décrit les tendances des prix aux États-Unis et ne s'applique pas nécessairement au contexte canadien. Certains indices des prix canadiens peuvent être utilisés pour mettre à jour les données sur les coûts d'entretien et d'exploitation, soit:

a) *Coûts de l'énergie électrique*: Statistique Canada publie tous les mois les *Indices des prix dans l'industrie*[2] qui donnent notamment l'indice des prix de vente de l'énergie électrique dans l'industrie. Cet indice, calculé tous les mois pour chaque province et à l'échelle nationale, porte sur deux catégories différentes de la demande en électricité (>5000 kW et <5000 kW).

b) *Coûts de la main-d'oeuvre*: La publication mensuelle de Statistique Canada intitulée *Emploi, gains et durée du travail*(3) (4) présente les résultats d'enquêtes nationales sur les salaires dans divers secteurs d'activité. C'est le secteur nº 576 (Équipements en eau) qui semble fournir la meilleure estimation des salaires versés dans les usines d'épuration. Même si ces données sont présentées sous forme de salaires hebdomadaires et non d'indices des prix (données non dimensionnelles avec année de base); il n'en demeure pas moins que les données courantes et antérieures peuvent servir à la mise à jour des traitements et salaires, au même titre que les indices des prix de revient.

c) *Coûts des produits chimiques*: L'indice des prix de quelques produits chimiques comme le chlore et l'hydroxyde de sodium figure dans la publication intitulée *Indices des prix dans l'industrie*. Le *Corpus Chemical Report* (5), bulletin boursier hebdomadaire sur les industries de transformation chimiques au Canada, donne également le prix de certains produits chimiques, notamment le chlore, le sulfate d'aluminium, la chaux, le méthanol et d'autres substances chimiques. Bien qu'il s'agisse de cours actuels et non d'indices des prix, on peut toutefois s'en servir à la place de ces derniers dans l'équation de la mise à jour des coûts.

d) *Coûts du traitement des boues*: Les coûts indiqués à ce poste dans le présent rapport se subdivisent comme suit:

- coûts de déshydratation chimique des boues,
- coûts de chauffage des digesteurs,
- coûts d'incinération des boues (combustible),
- coûts de transport des boues.

Il est difficile d'établir un indice qui rende compte adéquatement de l'effet de l'inflation sur tous ces coûts. Toutefois, comme ceux-ci (et en particulier les trois derniers) sont liés au prix du combustible, l'indice des prix du combustible qui figure dans les *Indices des prix dans l'industrie* (2) de Statistique Canada peut servir de référence.

e) *Coûts administratifs et coûts divers*: Il s'agit de coûts très diversifiés pour lesquels il est extrêmement difficile de choisir les indices appropriés. La moyenne des rapports des indices des coûts de l'énergie électrique, de la main-d'oeuvre, des produits chimiques et du transport des boues peut être utilisée pour mettre à jour ces coûts très divers.

Le tableau 1 présente les coûts mis à jour (août 1983) de l'usine nº 26 à partir des données de 1980. Le total des coûts d'entretien et d'exploitation équivalents pour 1983 est de 53,50 $ par 1000 m^3 de débit réel, soit une augmentation d'environ 25 p. 100.

TABLEAU 1 MISE À JOUR DES COÛTS À L'USINE Nº 26 (procédé par boues activées/région du Centre)

Ventilation des coûts	Coûts en 1980, en dollars par 1000 m^3 (débit réel)	Source utilisée pour la mise à jour	Composante de la valeur de l'indice			Coûts en 1983, en dollars par 1000 m^3 (débit réel)
			Moyenne en 1980 (1)	Août 1983 (2)	Taux de l'indice (2)/(1)	
Coûts de l'énergie électrique	5,65	Indice du prix de vente de l'énergie électrique, Statistique Canada • Province: Ontario • Demande: < 5000 kW	226,4	290,5	1,283	7,25
Coûts de la main-d'oeuvre	20,86	Enquête sur les salaires, Statistique Canada • Secteur d'activité: équipement en eau • Province: Ontario • Données en dollars par semaine	464,3	482,6	1,039	21,67
Coûts du traitement des boues	7,25	Indice du prix des combustibles, Statistique Canada	438,8	696,0	1,586	11,50
Coûts des produits chimiques	5,88	Indice du prix du chlore, Statistique Canada	248,4	376,3	1,515	8,91
Autres coûts	3,10	Taux moyen des rapports des indices	–	–	1,356	4,20
Total des coûts d'entretien et d'exploitation	42,75	–	–	–	–	53,53
Total des coûts d'entretien et d'exploitation	42,75	E.P.A.: Indice des coûts d'exploitation, d'entretien et de réparation des usines de traitement des eaux usées	2,94	3,61	1,228	52,50

Si on avait utilisé l'indice des coûts d'exploitation et d'entretien des installations d'épuration établi par l'E.P.A., les coûts d'entretien et d'exploitation totaux équivalents pour 1983 auraient été de 52,50 $ par 1000 m^3 de débit réel, soit une augmentation de 23 p. 100.

En ce qui concerne les installations d'épuration considérées dans le présent rapport, les coûts d'entretien et d'exploitation ont connu en 1983 une hausse estimative de 26 p. 100 comparativement à 1980.

3 RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE

3.1 Répartition régionale des installations

Le tableau 2 donne la répartition des installations étudiées, classées par région et par taille. Le plus petit nombre d'installations étudiées dans une région a été de 14, et ce, dans la région de l'Est. Celles ayant un débit de 5000 m^3/d ont été visitées plus souvent que les autres; les usines les moins étudiées appartenaient à la catégorie 50 000 m^3/d et plus; une seule visite a été effectuée dans chacune des sept usines de cette catégorie. Il a été impossible d'obtenir les données réelles sur le débit quotidien dans sept usines de l'est du Canada.

TABLEAU 2 NOMBRE D'USINES PAR RÉGION ET PAR TAILLE

Taille de l'usine (m^3/d)	Région			
	Est	Centre	Ouest	Total
<1000	-	4	1	5
1000 - 5000	1	6	4	11
5000 - 50 000	6	7	9	22
>50 000	-	3	4	7
S/O*	7	-	-	7
Total	14	20	18	52

* Aucune donnée disponible sur le débit quotidien moyen.

La répartition des installations d'épuration en fonction du niveau de traitement figure au tableau 3. Les installations de traitement secondaire ont été visitées plus souvent que les autres, puis viennent les étangs de stabilisation et les usines de traitement primaire. On procédait à l'élimination du phosphore dans treize des usines étudiées, dont sept étaient équipées de systèmes de traitement secondaire. Une seule des installations procédant à l'élimination du phosphore se trouvait ailleurs que dans la région du Centre.

TABLEAU 3 NOMBRE D'INSTALLATIONS, PAR RÉGION ET PAR NIVEAU DE TRAITEMENT

Niveau de traitement*	Région			
	Est	Centre	Ouest	Total
Primaire	2	4 (3)	3	9 (3)
Secondaire	6	10 (6)	9 (1)	25 (7)
Étangs aérés	3	3 (1)	3	9 (1)
Étangs facultatifs	3	3 (2)	3	9 (2)
Total	14	20 (12)	18 (1)	52 (13)

* Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre d'usines procédant à l'élimination du phosphore.

3.2 Capacité opérationnelle

3.2.1 Charge hydraulique annuelle. Le tableau 4 donne les coûts d'entretien et d'exploitation moyens en fonction du niveau de traitement et de la taille des installations. Les coûts (1980) sont exprimés en dollars par 1000 m^3 d'eaux usées traitées. Comme l'indique le tableau, les coûts de traitement sont proportionnels au niveau de traitement. Si les systèmes dont le volume des boues traitées est inférieur à 1000 m^3/d sont exclus, les coûts de traitement moyens s'élèvent à 3 $ par 1000 m^3 pour les étangs aérés, 30 $ pour les étangs facultatifs, 40 $ pour les usines de traitement primaire et 54 $ pour les usines de traitement secondaire. Lorsqu'ils sont inclus, les coûts d'exploitation des étangs de stabilisation aérés et des installations de traitement secondaire grimpent respectivement à 32 $ et 104 $/1000 m^3/d. La première série de coûts est probablement plus représentative des coûts d'exploitation moyens que la seconde.

Sauf pour les installations de traitement primaire, les coûts de traitement moyens par 1000 m^3 sont inversement proportionnels à la taille de l'installation. Une seule fait exception à la règle: il s'agit d'une installation de traitement primaire qui traite plus de 50 000 m^3 par jour (55 $/1000 m^3) et dans laquelle on procède à l'élimination du phosphore. Dans une autre installation de même taille mais où l'élimination du phosphore n'est pas pratiquée, les coûts d'entretien et l'exploitation moyens s'élèvent à 27 $ par 1000 m^3.

Les figures 1, 2, 3 et 4 illustrent graphiquement les coûts d'entretien et d'exploitation annuels en fonction des débits quotidiens moyens pour les installations de

TABLEAU 4 COÛTS D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION MOYENS PAR 1000 m^3 D'EAUX USÉES TRAITÉES (en dollars par 1000 m^3)*

Taille de l'installation (m^3/d)	Niveau de traitement			
	Primaire	Secondaire	Étangs aérés	Étangs facultatifs
<1000	-	222 (n=2)	-	72 (n=3)
1000 - 5000	38 (n=2)	71 (n=4)	37 (n=3)	4 (n=1)
5000 - 50 000	49 (n=4)	58 (n=11)	26 (n=5)	2 (n=2)
> 50 000	41 (n=2)	27 (n=4)	-	-
Toutes les installations	44 (n=8)	54 (n=19)	30 (n=8)	3 (n=3)

n = nombre d'installations comprises dans le calcul des moyennes.

$$* \text{ Coûts moyens/1000 } m^3 = \frac{\text{Total des coûts d'entretien et d'exploitation annuels}}{\text{Débit réel (1000 } m^3\text{/d) x 365}}$$

** Installations de < 1000 m^3/d non comprises; coûts en dollars canadiens de 1980.

traitement primaire et secondaire, les étangs aérés et les étangs facultatifs. En règle générale, les coûts augmentent avec le niveau de traitement (lagunage, traitement primaire et traitement secondaire par ordre croissant). À l'exception des installations de traitement primaire, on constate des économies d'échelle, car les exposants dans les corrélations des coûts sont inférieurs à 1. Cela signifie que dans les installations de traitement secondaire et les étangs aérés, tout accroissement du débit entraîne une diminution des coûts d'exploitation par unité de débit. En revanche, toute augmentation du débit dans les usines de traitement primaire se traduit par une augmentation des coûts par débit unitaire.

3.2.2 **Débit quotidien moyen et débit quotidien nominal.** Le tableau 5 résume les données recueillies sur le débit quotidien moyen par rapport au débit quotidien nominal. Ces données décrivent les charges hydrauliques dans les usines étudiées. Dans le présent rapport, nous considérons qu'une usine est sous-exploitée lorsque le débit quotidien moyen est inférieur à 90 p. 100 du débit quotidien nominal (soit R/T < 0,9). À l'exception des étangs de stabilisation, la majorité des installations étudiées étaient sous-exploitées.

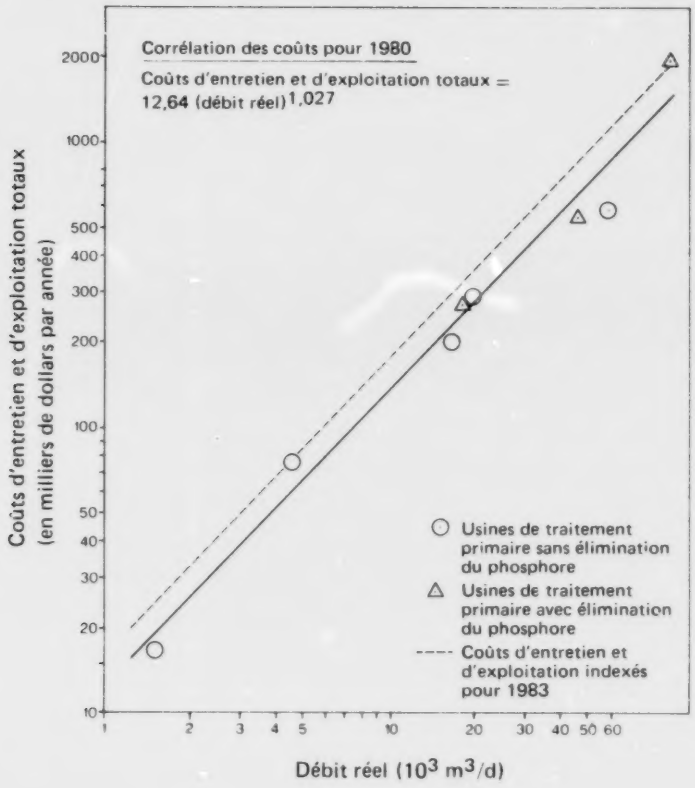


Figure 1 Coûts d'entretien et d'exploitation
(en milliers de dollars par année)
en fonction du débit - installations de traitement primaire

Vingt-deux pour cent des installations fonctionnaient dans une gamme de 90 p. 100 à 110 p. 100 du débit nominal; sept de ces dix installations étaient des usines de traitement secondaire. Vingt-deux pour cent des installations avaient un débit quotidien moyen supérieur à 110 p. 100 du débit nominal. Les systèmes à étangs comptent pour 60 p. 100 des installations surexploitées.

L'*inventaire national des équipements en eau des municipalités du Canada*(6) donne des renseignements sur 74 installations de traitement primaire, 454 systèmes de traitement par boues activées classiques ou modifiés, 140 étangs de stabilisation aérés et 586 étangs de stabilisation facultatifs. D'après une recherche effectuée grâce au système Mundat, système informatisé de gestion des données utilisé pour l'inventaire national, nous

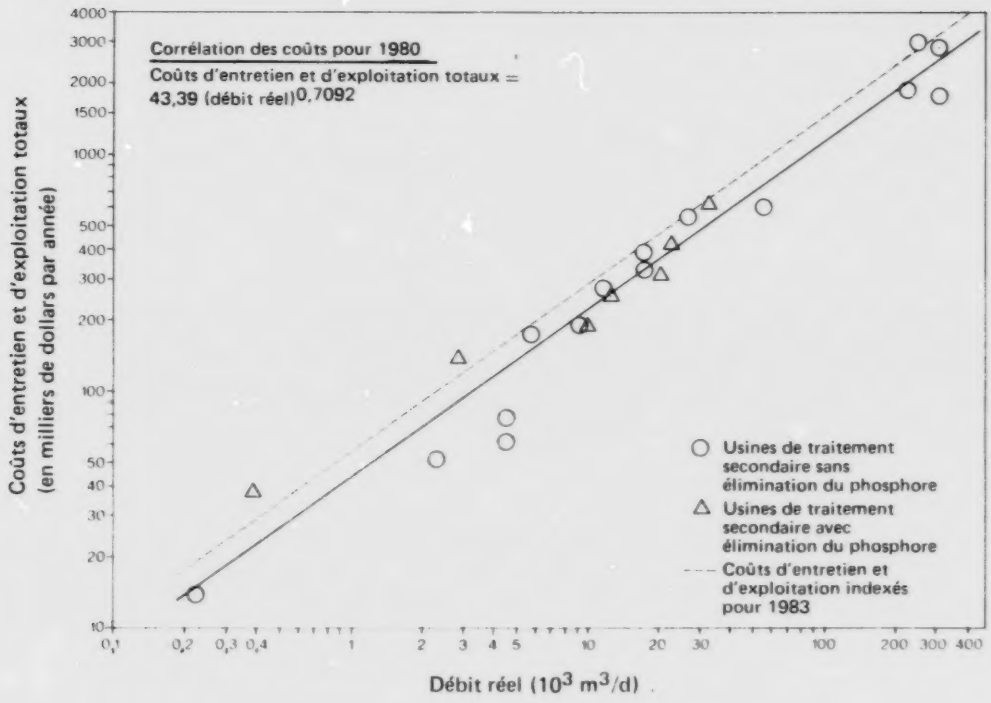


Figure 2 Coûts d'entretien et d'exploitation
(en milliers de dollars par année)
en fonction du débit - installations de traitement secondaire

possédons des données sur le débit théorique et le débit réel de 52 installations de traitement primaire, 331 installations de traitement secondaire, 68 systèmes aérés et 191 systèmes à étangs de stabilisation facultatifs (Mundat, 1983). Au total, 71 p. 100 des systèmes ont un débit réel égal à 90 p. 100 du débit nominal, 14 p. 100 ont un débit oscillant entre 90 p. 100 et 110 p. 100 du débit nominal, et les autres fonctionnent en surcharge hydraulique. Dans le cas des installations de traitement secondaire, 73 p. 100 sont sous-exploitées, 12 p. 100 ont une charge hydraulique normale et 15 p. 100 ont une surcharge hydraulique. Bien que les chiffres obtenus dans cette enquête ne correspondent pas aux données de Mundat, la tendance apparente à la sous-exploitation des usines semble correspondre à la réalité.

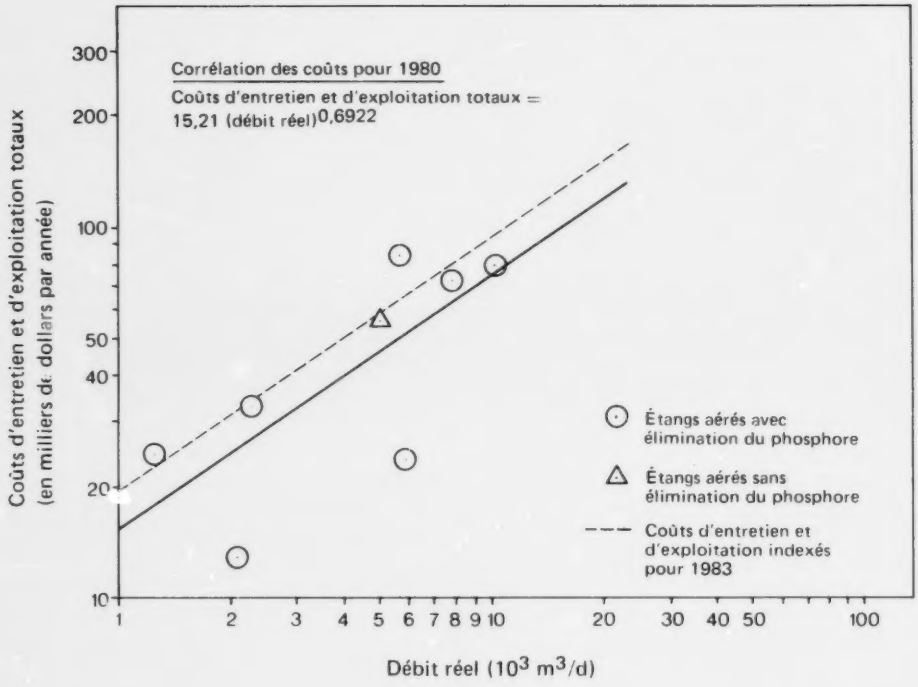


Figure 3 Coûts d'entretien et d'exploitation (en milliers de dollars par année) en fonction du débit - étangs aérés

TABLEAU 5 CHARGE HYDRAULIQUE DES INSTALLATIONS ÉTUDIÉES (nombre d'usines et charges hydrauliques)*

Type d'installation	Charge hydraulique réduite (R/T < 0,9)	Charge hydraulique normale (0,9> R/T > 1,1)	Surcharge hydraulique (R/T > 1,1)
Primaire	5 (63)	1 (12)	2 (25)
Secondaire	13 (59)	7 (32)	2 (9)
Étangs aérés	4 (50)	1 (12)	3 (38)
Étangs facultatifs	3 (43)	1 (14)	3 (43)
Total	25 (56)	10 (22)	10 (22)

* Les chiffres entre parenthèses représentent le pourcentage d'usines dans chaque catégorie de charge hydraulique.

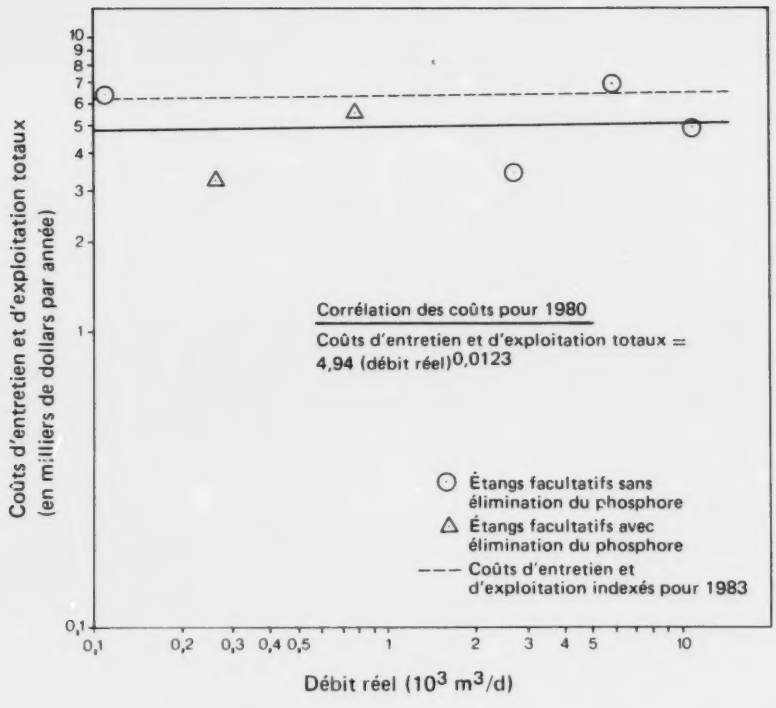


Figure 4 Coûts d'entretien et d'exploitation (en milliers de dollars par année) en fonction du débit - étangs facultatifs

Les effets de la charge hydraulique sur les coûts d'exploitation des installations d'épuration peuvent être évalués en comparant les données des tableaux 4 et 6. Une enquête menée dans 19 usines révèle que le coût d'exploitation moyen d'une installation à boues activées s'élève à 54 $ par 1000 m^3 d'eaux usées traitées, si l'on ne tient pas compte des installations dont le débit est inférieur à 1000 m^3 par jour (tableau 4). Les coûts d'exploitation des six de ces installations dont le débit réel était égal au débit nominal était de 46 $ par 1000 m^3 (tableau 6). Au moment de l'enquête, onze installations étaient sous-exploitées et leurs coûts d'exploitation s'élevaient à 60 $ par 1000 m^3 comparativement à 46 $ par 1000 m^3 pour deux installations surexploitées. Il ressort de ces données que les installations sous-exploitées ont des coûts d'exploitation unitaires supérieurs à ceux des installations fonctionnant au débit nominal ou presque. Les données sur les coûts dans les installations de traitement primaire et les étangs de stabilisation sont très

TABLEAU 6 COÛTS D'EXPLOITATION MOYENS PAR 1000 m^3 D'EAUX USÉES TRAITÉES (en dollars canadiens de 1980 par 1000 m^3)

Rapport débit réel/ débit nominal	Niveau de traitement		Étangs	
	Primaire	Secondaire	Aérés	Facultatifs
R/T < 0,9	40 (n=5)	60 (n=11)	31 (n=4)	-
0,9 < R/T < 1,10	31 (n=1)	46 (n=6)	54 (n=1)	3 (n=1)
R/T < 1,10	61 (n=2)	46 (n=2)	21 (n=3)	2 (n=2)

limitées, et les tendances ne sont pas aussi nettes. Par exemple, l'enquête montre que le coût d'exploitation moyen d'une installation de traitement primaire s'élève à 44 $ par 1000 m^3 d'eaux usées traitées (tableau 4). Le tableau 6 indique que les coûts d'exploitation des installations de traitement primaire sont faussés par ceux des usines fonctionnant en surcharge hydraulique, contrairement à ce qui se passe dans le cas des installations de traitement secondaire. Les données brutes de l'annexe révèlent cependant que dans les deux installations de traitement primaire en surcharge hydraulique, l'élimination du phosphore était pratiquée, ce qui peut entraîner un accroissement des coûts d'exploitation comparativement aux coûts des autres installations de traitement primaire de taille similaire, mais sans élimination du phosphore. Dans le cas des étangs aérés, les tendances des coûts (charge réduite et surcharge) correspondent aux données du tableau 6 pour les installations de traitement secondaire.

3.3 Coûts ventilés

Les tableaux 7, 8, 9 et 10 présentent une analyse des coûts d'entretien et d'exploitation en fonction de cinq postes budgétaires. Les coûts de l'énergie électrique, de la main-d'oeuvre, du traitement des boues, des produits chimiques et les coûts d'administration et autres frais divers sont examinés en fonction du type de procédé et du débit et sont exprimés en pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation annuels. Les chiffres représentent des moyennes. Les différents postes ont été définis au chapitre 2 du présent rapport.

Il ressort que les coûts de main-d'oeuvre comptent pour la majeure partie des dépenses d'exploitation des installations de traitements primaires et secondaires et des

TABLEAU 7 COÛTS D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION VENTILÉS (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation) - DÉBITS RÉELS INFÉRIEURS À 1000 m^3/d

Niveau de traitement	Nombre d'usines	Coûts ventilés (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation)				
		Énergie électrique	Main-d'oeuvre	Boues	Produits chimiques	Administration
Primaire	-	-	-	-	-	-
Secondaire	2	22	54	2	5	16
Étangs aérés	1	41	23	0	0	35
Étangs facultatifs	4	0	47	0	35	18

TABLEAU 8 COÛTS D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION VENTILÉS (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation) - DÉBITS RÉELS ENTRE 1000 m^3/d ET 5000 m^3/d

Niveau de traitement	Nombre d'usines	Coûts ventilés (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation)				
		Énergie électrique	Main-d'oeuvre	Boues	Produits chimiques	Administration
Primaire	2	20	57	0	2	32
Secondaire	6	29	34	3	8	26
Étangs aérés	3	39	43	0	0	18
Étangs facultatifs	1	0	82	0	0	18

TABLEAU 9 COÛTS D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION VENTILÉS (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation) - DÉBITS RÉELS ENTRE 5000 m^3/d ET 50 000 m^3/d

Niveau de traitement	Nombre d'usines	Coûts ventilés (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation)				
		Énergie électrique	Main-d'oeuvre	Boues	Produits chimiques	Administration
Primaire	5	8	37	4	11	40
Secondaire	11	18	48	9	6	20
Étangs aérés	5	44	23	0	12	21
Étangs facultatifs	2	12	24	0	2	63

TABLEAU 10 COÛTS D'ENTRETIEN ET D'EXPLOITATION VENTILÉS (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation) - DEBITS RÉELS SUPÉRIEURS À 50 000 m^3/d

Niveau de traitement	Nombre d'usines	Coûts ventilés (pourcentage du total des coûts d'entretien et d'exploitation)				
		Énergie électrique	Main-d'oeuvre	Boues	Produits chimiques	Administration
Primaire	2	5	50	13	14	19
Secondaire	5	21	55	11	2	12
Étangs aérés	0	-	-	-	-	-
Étangs facultatifs	0	-	-	-	-	-

étangs de stabilisation facultatifs, et ce, pour toutes les catégories de taille. En règle générale, les salaires et les charges sociales des employés et du personnel de surveillance représentent 40 p. 100 à 50 p. 100 du coût d'exploitation total. Par ailleurs, dans les installations de lagunage aéré, le coût de la main-d'oeuvre compte pour 20 p. 100 à 40 p. 100 de l'ensemble des coûts.

Les coûts de l'énergie électrique représentent 20 p. 100 à 30 p. 100 des dépenses annuelles totales dans les installations de traitement secondaire, comparativement à 5 p. 100 à 10 p. 100 dans les installations de traitement primaire et à 40 p. 100 à 45 p. 100 dans les étangs de stabilisation aérés. La consommation d'électricité et les coûts qui lui sont associés ne suivent aucune tendance bien définie qui pourrait être reliée au débit des eaux usées. Cette absence de corrélation peut s'expliquer par le fait que des installations sont exploitées à des débits autres que leur débit nominal et par la diversité des conditions d'exploitation d'installations de traitement similaires.

Les coûts associés au traitement et à l'évacuation des boues ont été évalués pour les installations de traitement primaire et secondaire. Parmi les neuf installations de traitement primaire considérées, six seulement ont inscrit des dépenses budgétaires à ce poste. Trois d'entre elles étaient de taille moyenne (5000 m^3/d à 50 000 m^3/d), et le traitement des boues y représentait en moyenne 6 p. 100 du budget alloué à l'entretien et à l'exploitation. La quatrième installation, dont le débit est supérieur à 50 000 m^3/d et où l'on procède à l'élimination du phosphore, consacre des sommes beaucoup plus élevées au traitement des boues (27 p. 100). Dans les installations de traitement secondaire, la proportion des coûts associés au traitement des boues varie de 2 p. 100 à 11 p. 100. Les sommes allouées à ce poste augmentent en fonction de la taille de l'installation, variant de 2 p. 100 dans les installations au débit inférieur à 1000 m^3/d à 11 p. 100 en moyenne dans les installations au débit supérieur à 50 000 m^3/d. Parmi les 24 installations de traitement secondaire, cinq installations n'ont pas spécifié les sommes consacrées au traitement des boues.

La proportion des coûts d'exploitation annuels allouée à l'achat de produits chimiques est indiquée aux tableaux 7 à 10. Dans cinq installations de traitement secondaire avec élimination du phosphore de la catégorie 5000 m^3/d à 50 000 m^3/d, les sommes consacrées à l'achat de produits chimiques représentent en moyenne 10 p. 100 des coûts d'exploitation annuels comparativement à 2 p. 100 dans six installations de traitement secondaire sans élimination du phosphore. Deux installations de traitement primaire avec élimination du phosphore de la catégorie 5000 m^3/d à 50 000 m^3/d consacrent en

moyenne 26 p. 100 de leur budget d'exploitation à l'achat de produits chimiques comparativement à 2 p. 100 pour deux installations de traitement primaire sans élimination du phosphore. Trois petits étangs facultatifs utilisent des produits chimiques, probablement pour la désinfection ou la déphosphoration des effluents. Les coûts associés à ces opérations représentent une forte proportion (35 p. 100) du budget d'exploitation total.

En règle générale, les coûts associés au dernier poste budgétaire (coûts administratifs et coûts divers) diminuent à mesure que la taille de l'installation augmente.

3.4 Coûts de la dépollution

Les coûts d'exploitation sont examinés en fonction de l'élimination de la D.B.O., des M.S. et du phosphore et sont présentés aux tableaux 11, 12 et 13.

Le tableau 11 donne les coûts d'élimination de la D.B.O. dans les installations de traitements primaires et secondaires et dans les étangs de stabilisation. Les installations de traitement primaire ont des coûts unitaires élevés comparativement aux installations de traitement secondaire et aux étangs de stabilisation. En dépit du peu de données sur les installations primaires, les résultats de l'analyse semblent bien représentatifs. Les installations de traitement primaire sont conçues et exploitées principalement en vue de l'élimination des matières solides. Toute élimination de la D.B.O. y est donc fortement liée à la quantité de matières solides éliminées.

Les installations de traitement secondaire viennent au deuxième rang en ce qui a trait aux coûts d'élimination de la D.B.O. suivies des étangs de stabilisation. Cela s'explique par la plus grande complexité (et les conditions d'exploitation plus difficiles) des installations de traitement secondaire par rapport aux étangs de stabilisation.

Le tableau 12 donne les coûts de l'élimination des matières en suspension. La tendance exprimée est semblable à celle du tableau 11. Quel que soit le débit de l'usine, les coûts d'élimination des M.S. semblent moins élevés dans les étangs de stabilisation. Les installations de traitement primaire affichent les coûts les plus élevés pour l'élimination des M.S., suivies de très près par les installations de traitement secondaire. Parmi ces dernières, ce sont les installations à débit de 5000 m^3/d à 50 000 m^3/d qui doivent engager les plus fortes sommes pour l'élimination des M.S. Il faudrait toutefois procéder à un plus grand échantillonnage pour corroborer ces résultats.

Le tableau 13 résume les coûts de l'élimination du phosphore moyens dans les différentes installations de traitement. Aucune distinction ne peut être faite entre les installations avec élimination du phosphore et les installations l'élimination du phosphore

TABLEAU 11 COÛT MOYEN PAR KILOGRAMME DE D.B.O. ÉLIMINÉE
(en dollars canadiens de 1980 par kilogramme de D.B.O. éliminée)

Débit (m^3/d)	Traitement primaire	Traitement secondaire	Étangs aérés	Étangs facultatifs
< 1000	-	4,00 (n=1)	-	0,18 (n=2)
1000 - 5000	0,54 (n=2)	0,50 (n=3)	0,12 (n=3)	0,05 (n=1)
5000 - 50 000	0,61 (n=4)	0,47 (n=11)	0,23 (n=5)	0,13 (n=1)
> 50 000	0,53 (n=2)	0,20 (n=5)	-	-
Toutes les installations*	0,57 (n=8)	0,40 (n=19)	0,19 (n=8)	0,09 (n=2)

* Usines < 1000 m^3/d non comprises.

n = nombre d'usines comprises dans le calcul de la moyenne.

TABLEAU 12 COÛT MOYEN PAR KILOGRAMME DE M.S. ÉLIMINÉES
(en dollars canadiens de 1980 par kilogramme de M.S. éliminées)

Débit (m^3/d)	Traitement primaire	Traitement secondaire	Étangs aérés	Étangs facultatifs
< 1000	-	3,00 (n=1)	-	0,17 (n=2)
1000 - 5000	0,37 (n=1)	0,28 (n=3)	0,30 (n=3)	0,07 (n=1)
5000 - 50 000	0,31 (n=4)	0,44 (n=9)	0,10 (n=3)	0,09 (n=1)
> 50 000	0,36 (n=2)	0,14 (n=5)	-	-
Toutes les installations*	0,33 (n=7)	0,32 (n=17)	0,20 (n=6)	0,08 (n=2)

* Usines < 1000 m^3/d non comprises.

n = nombre d'usines comprises dans le calcul de la moyenne.

TABLEAU 13 COÛT MOYEN PAR KILOGRAMME DE P ÉLIMINÉ
(en dollars canadiens de 1980 par kilogramme de P éliminé)

Débit (m^3/d)	Traitement primaire	Traitement secondaire	Étangs aérés	Étangs facultatifs
< 1000	-	84 (n=1)	-	5 (n=2)
1000 - 5000	20 (n=1)	14 (n=2)	29 (n=2)	1 (n=1)
5000 - 50 000	24 (n=2)	22 (n=6)	17 (n=2)	2 (n=1)
> 50 000	16 (n=2)	8 (n=4)	-	-
Toutes les installations*	20 (n=5)	16 (n=12)	23 (n=4)	2 (n=2)

* Usines < 1000 m^3/d non comprises.

n = nombre d'usines comprises dans le calcul de la moyenne.

résulte de l'élimination des M.S. ou des procédés biologiques. Les étangs de stabilisation aérés viennent au premier rang en ce qui concerne les coûts moyens par kilogramme de phosphore éliminé (23 $), suivis des installations de traitement primaire (20 $), des installations de traitement secondaire (16 $) et des étangs facultatifs (2 $).

3.5 Coûts d'exploitation par habitant

Le tableau 14 présente les coûts moyens par habitant des différents types de traitement, pour divers débits. En règle générale, les coûts par habitant sont les plus élevés (10$/habitant) dans les installations de traitement secondaire, à cause de la complexité de leurs procédés de traitement. Ces coûts s'élèvent respectivement à 9 $, 8 $ et 1 $ par habitant dans les installations de traitement primaire, les étangs aérés et les étangs facultatifs. De plus, il semble qu'il en coûte plus cher par habitant pour exploiter les petites installations comparativement aux grandes installations utilisant des procédés de traitement identiques. Les installations de traitement primaire font toutefois exception à la règle. En effet, les coûts d'exploitation par habitant s'élèvent à 9 $ et 10 $ dans les deux installations de traitement primaire considérées. Un plus grand échantillonnage devrait être fait afin de corroborer ces résultats.

TABLEAU 14 COÛT MOYEN PAR HABITANT
(en dollars canadiens de 1980 par habitant par année)

Débit (m^3/d)	Traitement primaire	Traitement secondaire	Étangs aérés	Étangs facultatifs
< 1000	-	45 (n=2)	-	13 (n=3)
1000 - 5000	9 (n=2)	11 (n=6)	11 (n=2)	1 (n=1)
5000 - 50 000	9 (n=4)	11 (n=11)	7 (n=5)	1 (n=2)
> 50 000	10 (n=2)	7 (n=5)	-	-
Toutes les installations*	9 (n=8)	10 (n=22)	8 (n=7)	1 (n=3)

* Usines < 1000 m^3/d non comprises.

n = nombre d'usines comprises dans le calcul des moyennes.

RÉFÉRENCES

1. Communications personnelles avec John Hunter, 1983. Facility Requirements Division, Priorities and Needs Assessment Branch, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
2. Statistique Canada, Division des prix, *Indices des prix dans l'industrie*, Catalogue 62-011, vol. 9, nº 12, 1984.
3. Statistique Canada, Division du travail, *Emploi, gains et durée du travail*, Catalogue 72-002, vol. 59, nº 1, 1981.
4. Statistique Canada, Division du travail, *Emploi, gains et durée du travail*, Catalogue 72-002, vol. 61, nº 8, 1983.
5. Corpus Information Services, Southam Communications Limited, *Corpus Chemical Report*, vol. 15, nº 26, 1983.
6. FACE, *Inventaire national des équipements en eau des municipalités du Canada*, 1981. Approvisionnements et Services Canada, nº de cat. En 44-10/81, 1981.

ANNEXE

Données brutes sur les installations de traitement des eaux usées

TABLEAU A.1 INSTALLATIONS, PAR NIVEAU DE TRAITEMENT

N° de l'installation	Région	Élimination du phosphore	Débit nominal 10^3 m^3/d	Débit réel 10^3 m^3/d	Débit nominal %	Coûts d'entretien et d'exploitation annuels totaux (en dollars canadien de 1980)		
						$/1000 m^3 Débit nominal	$/1000 m^3 Débit réel	Milliers de dollars/ année
Installations de traitement primaire								
14	Centre	–	1,64	1,50	91	28,00	30,62	16,76
16	Ouest	–	5,16	4,55	88	40,58	46,02	76,43
13	Est	–	22,72	16,36	72	24,32	33,77	201,7
4	Centre	Oui	13,64	18,15	133	54,96	41,30	273,6
34	Ouest	–	27,28	19,55	72	29,07	40,56	289,4
19	Centre	Oui	36,37	46,38	128	41,24	32,33	547,3
3	Ouest	–	90,92	59,1	65	17,60	27,08	584,2
37	Centre	Oui	109,11	97,29	89	48,94	54,89	1949
11*	Est	–	5,71	–	–	12,72	–	26,51
Installations de traitement secondaire								
53	Centre	–	0,45	0,22	49	86,04	175,99	14,13
1	Centre	Oui	0,50	0,39	78	209,14	268,13	38,17
42	Ouest	–	2,29	2,30	100	63,48	63,20	53,06
41	Centre	Oui	3,64	2,86	79	106,55	135,61	141,6
45	Ouest	–	2,95	4,54	150	57,45	37,33	61,86
47	Centre	–	6,82	4,55	67	31,76	47,61	79,07
38	Ouest	–	7,00	5,75	82	70,73	86,11	180,7
6	Est	–	9,46	9,46	100	56,38	56,38	194,7
36	Ouest	Oui	8,18	9,72	119	65,55	55,16	195,7
39	Est	–	13,63	11,73	86	56,16	65,26	279,4
9	Centre	Oui	13,64	12,55	92	52,27	56,81	260,2
52	Ouest	–	22,73	17,25	76	40,32	53,13	334,5
44	Est	–	22,72	17,41	76,6	47,86	62,46	396,9
26	Centre	Oui	27,28	20,52	75	32,15	42,75	320,2
31	Centre	Oui	29,55	22,65	77	40,09	52,31	432,5
40	Ouest	–	29,51	26,5	90	51,99	57,90	560,0
17	Centre	Oui	61,37	32,51	53	28,18	53,20	631,3
50	Centre	–	68,19	56,01	82	25,00	30,44	622,3
28	Ouest	–	250,00	225	90	21,34	23,71	1947
20	Centre	–	409,15	245,58	50	20,36	33,92	3040
29	Ouest	–	313,26	302,73	96,6	25,43	26,32	2908
12	Ouest	–	295,1	303,81	103	17,00	16,51	1831
43*	Est	–	1,14	–	–	46,17	–	19,21
21*	Est	–	2,27	–	–	24,00	–	19,89
25*	Est	–	7,56	–	–	–	–	–

TABLEAU A.1 (suite)

N° de l'installation	Région	Élimination du phosphore	Débit nominal 10^3 m^3/d	Débit réel 10^3 m^3/d	Débit nominal %	Coûts d'entretien et d'exploitation annuels totaux (en dollars canadien de 1980)		
						$/1000 m^3 Débit nominal	$/1000 m^3 Débit réel	Milliers de dollars/ année
Étangs aérés								
8	Centre	–	1,27	1,25	98	53,36	54,22	24,74
48	Centre	–	5,46	2,07	38	6,48	17,10	12,92
27	Est	–	13,57	2,27	23	6,72	40,17	33,28
30	Centre	Oui	4,54	5,06	111	34,17	30,66	56,63
51	Est	–	11,35	5,68	50	20,48	40,92	84,84
22	Ouest	–	4,54	5,86	130	14,41	11,17	23,89
23	Ouest	–	10,28	7,88	80	19,39	25,29	72,74
5	Ouest	–	6,82	10,23	150	32,07	21,38	79,83
33*	Est	–	0,57	–	–	32,51	–	6,76
Étangs facultatifs								
10	Ouest	–	0,07	0,11	160	255,95	162,88	6,54
15	Centre	Oui	0,73	0,26	36	12,33	34,62	3,29
35	Centre	Oui	0,98	0,78	80	15,69	19,72	5,61
49	Centre	–	2,39	2,72	114	3,99	3,51	3,48
32	Ouest	–	6,36	5,91	93	3,02	3,25	7,01
18	Est	–	0,73	11,36	1600	18,83	1,21	5,02
2*	Est	–	0,20	–	–	–	–	–
46*	Est	–	0,32	–	–	4,04	–	0,47
7*	Ouest	–	3,64	1,59	44	–	–	–

* Installations avec données incomplètes.

TABLEAU A.2 INSTALLATIONS D'ÉPURATION-VENTILATION DES COÛTS (en dollars canadiens de 1980)

N° de l'installation	Région	Population desservie (10^3)	Coûts de l'énergie électricité $/1000 m^3 Débit réel	Coûts de l'énergie électricité % Total	Coûts de la main-d'oeuvre $/1000 m^3 Débit réel	Coûts de la main-d'oeuvre % Total	Coûts du traitement des boues $/1000 m^3 Débit réel	Coûts du traitement des boues % Total	Coûts des produits chimiques $/1000 m^3 Débit réel	Coûts des produits chimiques % Total	Autres coûts $/1000 m^3 Débit réel	Autres coûts % Total
Installation de traitement primaire												
14	Centre	2,2	3,20	10,5	20,84	68,1	0,0	0,0	0,0	0,0	6,58	21,5
16	Ouest	8,0	4,19	9,1	20,81	45,2	0,0	0,0	1,81	3,9	19,21	41,7
13	Est	30,0	2,38	7,0	18,15	53,7	0,0	0,0	0,0	0,0	13,24	39,2
4	Centre	28,6	3,58	8,7	16,58	40,1	4,88	11,8	14,65	35,5	1,60	3,9
34	Ouest	40,0	4,46	11,0	20,74	51,1	0,60	1,5	0,0	0,0	14,76	36,4
19	Centre	49,0	0,74	2,3	8,65	26,8	1,82	5,6	5,20	16,1	15,93	49,3
3	Ouest	135,7	1,29	4,8	17,79	65,7	0,0	0,0	2,27	8,4	5,73	21,2
37	Centre	130,0	2,68	4,9	18,82	34,3	14,52	26,5	10,25	18,7	8,61	15,7
11*	Est	4,0	1,14**	9,0	1,84**	14,5	0,0**	0,0	0,53**	4,2	9,21**	72,4
Installation de traitement secondaire												
53	Centre	0,3	55,73	31,7	89,21	50,7	0,00	0,0	3,66	2,1	27,40	15,6
1	Centre	0,9	32,30	12,0	155,31	57,9	12,32	4,6	22,47	8,4	45,73	17,1
42	Ouest	5,7	26,13	41,3	22,15	35,0	0,00	0,0	0,00	0,0	14,93	23,6
41	Centre	7,1	27,39	20,2	59,52	43,9	16,28	12,0	19,29	14,2	13,12	9,7
45	Ouest	4,5	4,21	11,3	11,18	29,9	0,33	0,9	1,60	4,3	20,01	53,6
47	Centre	6,7	15,99	33,6	22,59	47,4	2,82	5,9	0,66	1,4	5,56	11,7
38	Ouest	15,0	19,27	22,4	63,57	73,8	2,19	2,5	0,00	0,0	1,07	1,2
6	Est	30,0	5,27	9,3	23,28	41,3	4,94	8,8	2,03	3,6	20,85	37,0
36	Ouest	22,0	5,46	9,9	33,44	60,6	1,67	3,0	1,86	3,4	12,72	23,1
39	Est	25,0	15,46	23,7	21,67	33,2	1,51	2,3	2,29	3,5	24,33	37,3
9	Centre	32,0	6,69	11,8	21,58	38,0	12,58	22,1	5,71	10,1	10,26	18,1
52	Ouest	50,0	16,87	31,8	28,00	52,7	0,00	0,0	1,20	2,3	7,05	13,3
44	Est	41,4	19,09	30,6	21,78	34,9	14,84	23,8	0,52	0,8	6,23	10,0
26	Centre	26,5	5,65	13,2	20,86	48,8	7,25	17,0	5,88	13,8	3,10	7,3
31	Centre	45,0	6,71	12,8	28,40	54,3	0,25	0,5	6,36	12,2	10,58	20,2
40	Ouest	21,0	9,90	17,1	36,67	63,3	0,82	1,4	0,83	1,4	9,67	16,7
17	Centre	59,7	7,35	13,8	16,83	31,6	8,02	15,5	4,83	9,1	16,16	30,4
50	Centre	85,0	10,75	35,3	11,05	36,3	5,11	18,6	0,67	2,2	2,85	9,4
28	Ouest	365,0	5,20	21,9	12,01	50,7	3,27	13,8	0,86	3,6	2,37	10,0
20	Centre	360,0	4,58	13,5	19,31	56,9	3,77	11,1	0,36	1,1	5,90	17,4
29	Ouest	400,0	7,07	15,5	17,76	67,5	1,44	5,5	0,27	1,0	2,79	10,6
12	Ouest	425,2	2,90	17,6	10,19	61,7	1,10	6,7	0,02	0,1	2,30	13,9
43*	Est	2,5	20,42**	44,2	12,65**	27,4	0,00**	0,0	8,41**	18,2	4,69**	10,2
21*	Est	3,2	5,48**	22,8	5,44**	22,7	0,00**	0,0	2,40**	10,0	10,68**	44,5
25*	Est	75,8	–	–	98,94**	–	0,00**	0,0	0,00**	–	2,17**	–

TABLEAU A.2 (suite)

N° de l'installation	Région	Population desservie (10^3)	Coûts de l'énergie électricité		Coûts de la main-d'oeuvre		Coûts du traitement des boues		Coûts des produits chimiques		Autres coûts	
			$/1000 m^3 Débit réel	% Total	$/1000 m^3 Débit réel	% Total	$/1000 m^3 Débit réel	% Total	$/1000 m^3 Débit réel	% Total	$/1000 m^3 Débit réel	% Total
Étangs aérés												
8	Centre	1,4	27,51	50,7	22,01	40,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,69	8,6
48	Centre	3,8	0,21	1,2	13,63	79,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,26	19,1
27	Est	0,2	26,21	65,2	3,95	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0	10,01	24,9
30	Centre	5,0	8,98	29,3	11,03	36,0	0,0	0,0	6,78	22,1	3,87	12,6
51	Est	6,5	12,58	30,7	17,10	41,8	0,0	0,0	5,16	12,6	6,09	14,9
22	Ouest	9,3	5,88	52,6	1,62	14,5	0,0	0,0	0,47	4,2	3,20	28,6
23	Ouest	30,0	15,83	62,6	4,52	17,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,94	19,5
5	Ouest	13,5	9,10	42.6	0,63	2,9	0,0	0,0	4,95	23,2	6,70	31,3
33*	Est	1,4	13,41**	41,2	7,61**	23,4	0,0**	0,0	0,0**	0,0	11,49**	35,3
Étangs facultatifs												
10	Ouest	0,2	0,0	0,0	68,74	42,2	0,0	0,0	25,89	15,9	68,24	41,9
15	Centre	0,8	0,0	0,0	9,65	27,9	0,0	0,0	18,02	52,1	6,95	20,1
35	Centre	1,7	0,0	0,0	3,60	18,3	0,0	0,0	14,01	71,0	2,11	10,7
49	Centre	6,3	0,0	0,0	2,88	82,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,62	17,7
32	Ouest	14,0	0,0	0,0	0,75	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,50	76,9
18	Est	2,8	0,28	23,1	0,30	24,8	0,0	0,0	0,04	3,3	0,60	49,6
2*	Est	0,9	0,0**	–	–	–	0,0**	–	0,0**	–	2,74**	–
46*	Est	0,9	0,0**	0,0	4,04**	100	0,0**	0,0	0,0**	0,0	0,0**	0,0
7	Ouest	5,1	–	–	0,87	–	0,0	–	0,0	–	0,65	–

* Débit nominal seulement (10^3 m^3/d).

** En dollars par 1000 m^3 de débit nominal.

POOR

QUALITY

ORIGINAL